

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт космических и информационных технологий
Кафедра систем искусственного интеллекта

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Г. М. Цибульский
« _____ » _____ 2018 г.

БАКАЛАВАРСКАЯ РАБОТА

09.03.02 «Информационные системы и технологии»

Построение геоинформационного модуля построения дорожной сети для
сельскохозяйственных территорий

Руководитель	_____	доцент, канд. техн. наук	Ю. А. Маглинец
	подпись, дата		
Выпускник	_____		А. А. Сакута
	подпись, дата		

Красноярск 2018

Продолжение титульного листа БР по теме «Построение геоинформационного модуля построения дорожной сети для сельскохозяйственных территорий»

Нормоконтролер

подпись, дата

Ю. А. Маглинец

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт космических и информационных технологий
Кафедра систем искусственного интеллекта

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Г. М. Цибульский
« _____ » _____ 2018 г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы**

Студентке Сакута Анне Андреевне.

Группа КИ14-12Б, направление 09.03.02 «Информационные системы и технологии», профиль 09.03.02.05 «Информационные системы и технологии в административном управлении».

Тема выпускной квалификационной работы «Построение геоинформационного модуля построения дорожной сети для сельскохозяйственных территорий».

Утверждена приказом по университету _____ от _____

Руководитель ВКР Ю. А. Маглинец доцент, канд. техн. наук кафедры систем искусственного интеллекта ИКИТ СФУ.

Исходные данные для ВКР: задание на бакалаврскую работу, полученное в рамках научно-учебной лаборатории «Информационной поддержки космического мониторинга» Института космических и информационных технологий.

Перечень разделов ВКР:

- введение;
- обзор предметной области;
- выводы по главе 1;
- проектирование реляционной базы данных;
- выводы по главе 2;
- проектирование геоинформационного модуля;
- выводы по главе 3;
- заключение;
- приложение А-Б (плакаты презентации, отчёт антиплагиата).

Перечень графического материала: презентация «Построение геоинформационного модуля построения дорожной сети для сельскохозяйственных территорий».

Руководитель ВКР

подпись

Ю. А. Маглинец

Задание принял к исполнению

подпись

А. А. Сакута

«__» _____ 2018 г.

График

выполнения выпускной квалификационной работы студентом направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии», профиля 09.03.02.05 «Информационные системы и технологии в административном управлении».

График выполнения выпускной квалификационной работы приведен в таблице 1.

Таблица 1 – График выполнения этапов ВКР

Наименование этапа	Срок выполнения этапа	Результат выполнения этапов	Примечание руководителя (отметка о выполнении этапа)
Ознакомление с целью и задачами работы	26.02–4.03	Краткое эссе по теме ВКР	Выполнено
Сбор источников литературы	5.03–14.03	Список источников литературы	Выполнено
Анализ собранных источников литературы	15.03–25.03	Реферат о проблемно-предметной области	Выполнено
Уточнение и обоснование актуальности цели и задач ВКР	26.03–1.04	Окончательная формулировка цели и задач ВКР	Выполнено
Решение первой задачи ВКР	2.04–15.04	Доклад и презентация по решению первой задачи	Выполнено
Решение второй задачи ВКР	16.04–6.05	Доклад и презентация по решению второй задачи	Выполнено
Решение третьей задачи ВКР	7.05–24.05	Доклад и презентация по решению третьей задачи	Выполнено
Апробация сервиса	25.05–28.06	Доклад и презентация по результатам апробации сервиса	Выполнено
Компоновка отчета по результатам решения задач ВКР	28.06–16.06	Отчет по результатам решения задач ВКР	Выполнено
Предварительная защита результатов ВКР	7.06	Доклад с презентацией по теме ВКР	Выполнено
Нормоконтроль (Н/К)	1.10	Пояснительная записка, презентация ВКР	

Окончание таблицы 1

Защита ВКР	2.10	Пояснительная записка, презентация ВКР	
------------	------	--	--

Руководитель ВКР

Ю. А. Маглинец

подпись

Студентка гр. КИ14-12Б

А. А. Сакута

подпись

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Обзор предметной области.....	8
1.1 Использование геоинформационных технологий в сельском хозяйстве....	8
1.2 Основные модели, используемые при описании пространственных объектов.....	17
1.3 Описание исходных данных	22
1.4 Вывод по главе 1	29
2 Проектирование реляционной базы данных	30
2.1 Инфологическая модель базы данных	30
2.2 Описание сущностей.....	30
2.3 Описание связей	33
2.4 Даталогическая модель.....	35
2.5 Выводы по главе 2.....	44
3 Проектирование геоинформационного модуля	45
3. 1 Общие сведения проектируемого модуля	45
3. 2 Требование к модулю	45
3. 3 Моделирование программного модуля.....	47
3. 3. 1 Диаграмма вариантов использования	47
3. 3. 2 Диаграмма деятельности.....	48
3. 4 Выводы по главе 3.....	54
Заключение	55
Список использованных источников.....	56
Приложение А. Плакаты презентации	58
Приложение Б. Отчет «Антиплагиат»	65

ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство является одной из важнейших отраслей материального производства. По данным Федеральной службы государственной статистики, в сельской местности проживает 38 миллионов человек. Около 8 миллионов человек постоянно работают в сельскохозяйственном производстве. В отрасли 27 тыс. сельскохозяйственных предприятий и 260 тыс. хозяйств. Огромная площадь полей, большое количество транспортных средств, людей, занятых в сельском хозяйстве, определили необходимость разработки новых методов землеустройства и сельскохозяйственного производства. Одним из наиболее успешных направлений совершенствования эффективности управления сельскохозяйственным производством является использование информационных систем на базе геоинформационных технологий. Именно динамичное развитие аграрного производства требует внедрения высокоэффективной системы земледелия, современных технологий сбора и обработки информации, необходимой для решения многочисленных производственных и управленческих задач с использованием современных технологий, в том числе — географических информационных систем (ГИС).

Общая площадь сельскохозяйственных угодий составляет 455 млн. га или 26,6% общих земельных ресурсов страны, в том числе пашни 128,9 млн. га (7,5% земельных ресурсов). В среднем на одно крестьянское (фермерское) хозяйство приходится 87 гектаров сельскохозяйственных угодий, 59 гектаров пашни. Угодья могут быть раскиданы друг от друга на сотни километров по разным районам, что для Сибири особенно актуально благодаря климатическим условиям. Поэтому фермеры, сельхозники имеют потребность в составлении маршрута от одного своего поля до другого, а также до элеватора, который может находиться за сотни километров от полей, а собранный урожай нужно сразу везти на элеватор. Большие

площади, меняющиеся погодные условия, труднопроходимость крупногабаритной техники на участке дороги, низкая детализация дорожной сети, сложность прохождения местности — все эти критерии означают практическую направленность в решении проблемы построения наиболее выгодного маршрута для фермера [1].

Недостаток дорог в сельском хозяйстве, их плохое качество приводят к нарушению связей между хозяйствующими субъектами. Около 80% протяженности сельских дорог межмуниципального значения не соответствуют нормативным требованиям по транспортно-эксплуатационному состоянию, что приводит к повышению себестоимости перевозок. Более половины дорог местного значения не имеют твердого покрытия.

Качество и состав дорожных сооружений определяются категорией дороги. Сельскохозяйственные дороги — это дороги, расположенные в сельской местности, по которым перевозят в основном сельскохозяйственные грузы. Эти дороги относятся, как правило, к IV и V категориям.

В области транспорта ГИС давно уже показали свою эффективность благодаря возможности построения оптимальных маршрутов, как для отдельных перевозок, так и для целых транспортных систем, в масштабе отдельного города или целой страны. При этом возможность использования наиболее актуальной информации о состоянии дорожной сети и пропускной способности позволяет строить действительно оптимальные маршруты.

Отсутствие достоверной информации о состоянии полей не позволяет принимать верные решения, поэтому целесообразно использовать ГИС, которые содержат многослойные карты сельскохозяйственных земель и базу данных (БД). В ней содержится подробная информация о свойствах и характеристиках почв, истории обработки полей, сведения о дистанционном зондировании, записи об использовании техники для обработки полей и др.

Использование ГИС позволяет руководителям отрасли разрабатывать эффективные планы управления, прогнозировать и минимизировать трудовые

затраты на производство сельхоз продукции, снизить потребление электроэнергии и повысить прибыль. А так же правильное использование дорожной сети в поле, учитывая транспортную доступность техники, позволит снизить стоимость работ.

Каждая деревня, районный центр, сёла имеют дорожную сеть, мосты, по которым ежедневно проезжают автомобили, машины экстренной помощи, специализированная техника для обработки полей, сбора урожая. Данные о дорожной сети города есть в открытых источниках, а данных для небольшого села нет, поэтому необходимо создать возможность для руководителей сельхозпредприятий самим создавать ГИС объекты, для этого проектируется геоинформационный модуль.

Такой модуль должен иметь картографическую базу данных, с учётом внешних факторов, таких как погодные условия, привязанность дорожной сети к технике, её проходимость определённого типа.

Развитие аграрных технологий предусматривает создание карт, причём автоматизацию процессов создания и использования карт необходимо осуществлять на основе картографической базы данных. Картографическая база данных должна обеспечивать автоматизацию технологических процессов создания карты и информационных, обеспечивающих запросно-ответный режим работы. Для этого база данных должна иметь соответствующую информацию, формирующуюся из традиционных и цифровых источников.

Все развитые страны ведут работы по обновлению национальных цифровых карт разного масштаба. Но созданные методики и продукты не позволяют использовать картографическую базу данных для общегеографических карт различного масштаба. А в сельском хозяйстве, особенно в небольших поселениях картографических данных о местности, состоянии полей и дорожной сети практически нет, если и есть на бумажных носителях, данные могли давно устареть. Поэтому проектирование геоинформационного модуля построения дорожной сети необходимо для

грамотного формирования сельскохозяйственных работ, который позволит в запросно-ответном режиме скорректировать производственный план.

В маленьких хозяйствах низкая детализация дорожной сети объектов на цифровых картах, а каждая местность богата природными условиями, как благоприятными, так и неблагоприятными. Создание карты с дорогами с указанием климатических условий, проходимостью техники крайне необходимо для маленьких хозяйств. Составление оптимального маршрута, понятие возможности проезда в том или ином участке дороги поможет сельхозникам, директорам сёл планировать работу хозяйства.

Цель исследования: Представление ГИС объектов в векторном виде, привязка/наложения слоя объектов на спутниковые снимки/топологические карты

Задачи исследования:

- Обзор предметной области.
- Проектирование структуры БД для хранения дорожной сети с учётом внешних факторов (погодные условия, привязка к технике, проходимости определенного типа техники).
- Проектирование модуля редактора дорожной сети (наносить ГИС объекты на карте местности с указанием ширины полосы, максимальной грузоподъёмности, высоты до моста).

Практическое значение исследования. Методика формирования базы данных по объектам дорожной сети будет спроектирована на примере геоинформационного модуля построения дорожной сети сельскохозяйственных территорий на примере Алтайского края.

Глава 1 Обзор предметной области

1.1 Использование геоинформационных технологий в сельском хозяйстве

Информационная система для инвентаризации земель сельскохозяйственного назначения.

Инвентаризация земель — совокупность землеустроительных мероприятий, по управлению земельными ресурсами, направленных на выявление и уточнение информации о земле с целью учета земельного и земельного кадастра [2]. Такие меры землеустройства необходимы для достижения таких целей, как: количественная и качественная регистрация сельскохозяйственных земель; управление земельными ресурсами; гарантия целевого использования сельскохозяйственных земель; получение или обновление информации о качестве земли (почвенные и геоботанические характеристики).

Основываясь на анализе предметной области, были найдены следующие проблемы, имеющиеся при проведении инвентаризации:

- тратится время на дорогу и обход/осмотр всей территории, где проводится инвентаризация;
- замерять и выполнять подсчёты необходимо на месте прохождения инвентаризации и в любых условиях;
- данные записываются на бумажный носитель (есть риск потери данных);
- отмечать информацию на карте вручную (есть риск потери данных);
- если были выявлены ошибки или произошла потеря данных, необходимо снова выезжать на данный участок.

Существование проблем стало необходимым для разработки информационной системы, которая должна повысить производительность труда работника при проведении инвентаризации земель.

Необходимые требования к разрабатываемой системе:

- работа с векторными и растровыми слоями и их атрибутами;
- навигация, возможность редактирования и масштабирования;
- работа с базой данных;
- учет земель по типу почв (арктические, подзолистые, черноземы и т.д.);
- учет земель по типу сельскохозяйственных и несельскохозяйственных угодий (поле, луг, лес, болото и т.д.);
- практичный и понятный интерфейс.

Языком программирования был выбран Python, для разработки пользовательского интерфейса была выбрана среда PyQt, база данных — PostgreSQL с надстройкой PostGIS — для хранения пространственных данных.

В геоинформационной системе «Проект мониторинга использования земель» объектом исследования автора являются земельные ресурсы Белгородской области. Предметом исследования является геоинформационные системы в мониторинге землепользования.

Предметная область рассматривается с точки зрения земельных ресурсов. Земельные ресурсы — земли, которые используются или могут быть использованы в различных секторах народного хозяйства, включая пахотные земли и иные сельскохозяйственные угодья, а также территории под промышленной и жилой застройкой. [3]

Сначала земельные ресурсы систематизируются по их назначению, по этому параметру выделяют следующие земли:

- сельскохозяйственные земли;
- земли для лесного и водного хозяйства;
- промышленные земли;
- земли жилого фонда городов и населенных пунктов;
- земли энергетики;
- земли связи, радиовещания;
- и другие земли особого назначения [4].

Земля является средством первой необходимости и базой для размещения жилого фонда, промышленных предприятий и сельскохозяйственных угодий. В большинстве стран земельные ресурсы регулируются законом. Разделение земельных ресурсов рационально применять при распределении и использовании земли. Таким образом, почвы с меньшим плодородием или с его отсутствием, подходят для размещения промышленных предприятий. Почвы, с плодородными качествами реализуют свои свойства при помещении на них сельхозпредприятий [4].

Основные задачи мониторинга основаны на мгновенном обнаружении изменений состояния земель, их оценке, разработке рекомендаций и управленческих решений для предупреждения и устранения последствий негативных процессов. Кроме того, задачи включают информационную поддержку обеспечения государственного кадастра недвижимости, рациональное землепользование. Землеустройство и контроль над использованием и охраной земель, предоставление гражданам информации о состоянии окружающей среды в части состояния земель, также являются задачами мониторинга земель. Наиболее эффективным инструментом решения задач является геоинформационная система, которая представляет собой аппаратно-программную систему, которая обеспечивает сбор, обработку, отображение и предоставление информации, функционирующей на единой пространственно — координированной основе.

Такая ГИС, которая обеспечивает систему знаний о территориях в виде цифровых данных, которые объединяются в набор слоев, формирующих информационную модель, может стать основой для создания автоматизированной информационной системы для мониторинга использования земельных ресурсов.

Для разработки была выбрана ГИС ArcGIS, на основе её преимуществ:

- преобразование растров в векторные данные является эффективным и быстрым;

- управление картографическим производством на более простом уровне;
- бесплатное распространение карт и данных среди широкого круга людей;
- автоматизация, упрощение и улучшение контроля качества данных;
- возможность использования и распространения пространственных данных любых форматов и стандартов;
- выполнение задач при сложной маршрутизации, анализ зон обслуживания, выбор местоположений торговых точек;
- углублённый пространственный анализ данных.

С ArcGIS быстро создаются данные, карты, глобусы и модели в настольных программных продуктах, позже они публикуются и используются в настольных приложениях, в веб-браузерах и в поле, через мобильные устройства [4].

Данный проект позволяет размещать объекты мониторинга и места их положения. В классе «Земли лесов» находится информация, об объеме площади, которые занимают леса и где они расположены. Классы «Животноводство» и «Растениеводство» указывают, какие земли заняты под разведение животных и выращивание сельскохозяйственных культур в определенных регионах области. А класс с населёнными пунктами показывает их расположение в области.

API (ApplicationProgramInterface) — это интерфейс, который можно использовать для написания программы. API не является языком программирования, это скорее набор строительных блоков, вызываемые с использованием языка.

Интерфейс предоставляет набор классов и функций, которые помогают не использовать низкоуровневый код для выполнения некоторых действий. Например, вы можете просто создать новый объект карты, создать новый объект слоя и вызвать некоторый метод, чем писать весь низкоуровневый код, чтобы отобразить изображения интерактивной карты и рисовать на нем новый

слои. С API ты можешь сосредоточиться на аспектах картографирования приложения, не затрагивая время для логики низкого уровня. На данный момент имеются такие API, которые специально предназначены для создания онлайн карт, как GoogleMaps API, YandexMaps API и 2ГИС API.[5]

Google Maps API позволяет разработчикам накладывать свои собственные данные поверх слоев карты с Google Maps. Наложённые данные обычно поставляются через файлы KML и отображаются как интерактивная векторная графика, нарисованная на стороне клиента. Графики можно повторно использовать разработчику для использования пользовательских символов маркера и можно привязывать к всплывающим окнам или таблицам, для отображения дополнительной информации при щелчке мышью [6].

Для разработчика имеются программные интерфейсы (API), позволяющие:

- Создавать и добавлять собственные карты для приложения на базе Android;
- Создавать и добавлять собственные карты для веб-сайтов;
- Обеспечивать доступ к службам геокодирования статичных адресов через запрос HTTP для размещения контента на карте;
- Составлять маршруты, рассчитывать время поездки, определять расстояния;
- Возможность получать информацию о местах, определенных в данном API: организациях, географических объектах или достопримечательностях с помощью HTTP — запросов.

Приложения, которые используют Google Maps API бесплатно, должны быть общедоступны и не должны превышать 25 000 загрузок карт в день. Организации, которые не соблюдают этот критерий, должны приобрести лицензию GoogleMapsAPI для бизнеса.[7]

Для работы с картами в браузерах у Yandex Maps API существует специальная библиотека JavaScript API. Она позволяет встраивать на сайт или в приложение карту с поиском по топонимам и организациям, с возможностью

строить маршруты и смотреть панорамы, а также с другими функциями, доступными на Яндекс. Созданные с помощью API карты всегда актуальны — на них отображаются все изменения, благодаря тому, что картографические данные Яндекса постоянно обновляются.

Разработчикам предоставляется API — программный интерфейс, с его помощью можно установить Яндекс.Карты и необходимый инструментарий для работы с ними в своём веб-приложении или на сайте. Такой инструментарий включает конструктор карт, геокодер (для перевода географических координат в адрес и наоборот), набор компонентов для размещения карт на страницах сайта или в веб-приложении, интерфейс для настройки параметров созданной в конструкторе схемы. Есть возможность создавать собственные слои карты. Общее же число запросов не должно превышать 25 тысяч в сутки.[8]

2ГИС — проект, который включает карты, навигатор и справочник с подробной информацией об организациях в каждом городе. Сравнивая с другими сервисами, 2ГИС выделяется хорошей детализацией карт и полнотой данных.

API 2GIS дает возможность создавать интерактивные карты на веб-странице, показывать на карте различные объекты, осуществлять поиск на карте: определять координаты геообъектов по названиям и названия по координатам. API 2GIS доступна с открытым исходным кодом, в основе которого есть библиотека Leaflet, что предоставляет модули для кластеризации, создания тепловых карт, анимированных маркеров, создания собственных модулей [9].

Географическая информационная система Панорама АВТО — это геоинформационная система, которая автоматизирует управление подвижными техническими средствами компании и обеспечивает:

- приём и хранение данных от бортового оборудования, установленного на подвижных технических средствах (объектах мониторинга);
- обработку информации от датчиков системы;

- отображение местоположения объектов мониторинга и их характеристик на фоне карты;
- подготовку заданий водителям/механизаторам;
- формирование сведений по фактически выполненным работам и обмен информацией с внешними программами. [12]

Такое программное обеспечение может включаться в состав комплекса программно-технических средств (КПТС). КПТС гарантирует автоматизированную обработку технологических данных предприятия, выполнение расчётов и анализ полученной информации. КПТС работает, основываясь на постоянном мониторинге техники предприятия, применяя средства ГЛОНАСС/GPS навигации.

К основным функциям Панорама АВТО относятся:

- вести нормативно-справочную информацию;
- привязывать к карте инфраструктуры предприятия;
- управлять электронной картой;
- проводить расчеты по карте;
- обрабатывать навигационные данные, контролируя перемещения автотранспорта и специальной техники;
- проводить расчет и отображать показатели мониторинга;
- анализировать показатели мониторинга на графиках;
- формировать и анализировать события, что происходят с объектами мониторинга;
- планировать и учитывать перемещения автотранспорта и специальной техники;
- создавать и редактировать карты маршрутов и геозон;
- обрабатывать результаты полевых измерений, данных дистанционного зондирования и обновление карт;
- формировать отчёты и статистические справки;
- вести ресурсы системы и разграничение доступа;
- обмениваться данными с внешними программами.

Внутренняя база данных в формате ГИС Панорама является местом хранения картографических данных. Атрибутивные данные хранятся на внешней базе данных, платформе Microsoft SQL Server.

Картографические данные могут храниться на сервере и на рабочем месте (РМ) клиента. На сервере желательно хранить топографическую основу региона и предприятия, карты маршрутов, геозон и другие дополнительные карты. На клиентском РМ создаются и хранятся карты, отображая перемещений техники.

В ГИС Панорама АВТО имеется возможность строить кратчайшие маршруты по графу дорог. Граф дорог представляет собой цифровую векторную карту, которая состоит из топологически связанных дуг и узлов, чьё местоположение и свойства с заданной точностью и полнотой передают маршруты и организация движения наземного транспорта. Технология создания графа дорог обеспечивается средствами ГИС «Карта 2011». [12]

Граф дорог создается по выделенным объектам дорожной сети, представляя карту пользователя с дугами и узлами. На этапе построения в семантические характеристики дуг и узлов записывается информация о связности сети и атрибутах для решения поисковых задач. Дуги можно создавать двух видов — с двусторонним и односторонним движением.

Редактирование графа дорог используется для уточнения графа в местах многоуровневых развязок и формирования запретов поворотов. Пользователь может вручную удалить, добавить узлы сети, заменить дугу с двусторонним движением на дугу с односторонним движением, провести распараллеливание дорог, создать дуги и развороты, сформировать на перекрестках запреты поворотов.

Принимая во внимание любые характеристики записанных в дуги сети (тип дорог, скорость движения, количество проезжих частей), пользователь может найти минимальный путь между точками (населёнными пунктами). Самый короткий маршрут находится по минимальной длине пути, либо по минимальному времени прохождения маршрута. При нахождении

минимального пути существует возможность исключения некоторых дуг, исключая аварийные участки из поиска. Результаты поиска отображаются на карте в виде объекта — маршрута.

Граф дорог и дорожных сооружений создается в виде отдельной пользовательской карты (слоя) без деления на номенклатурные листы. Объекты, которые описывают граф дорог, представляют собой слой в классификаторе цифровых навигационных планов городов. Граф дорог содержит два основных типа объектов — дуги и узлы.

Дуги разделены на двустороннее и одностороннее движение. Дуги графа строятся вдоль осевых линий улиц, дорог и дорожных сооружений, обеспечивая топологию в точках соприкосновения. Дуги с двусторонним движением могут иметь произвольное направление цифрования, а в случае с дугами с односторонним движением, направление должно совпадать по данной дуге. Результатом работы построения минимального пути является таблица, где указан порядок обхода точек, длина кратчайшего пути между текущей точкой и следующей, а также протяженность всего маршрута.

Аппаратные средства мониторинга обеспечивают приём GPS-сигналов, сбор измерений с установленных датчиков и передачу пакета измерений в соответствии с установленными параметрами на сервер базы данных. Для передачи данных используется GSM-модем и SIM-карта. Передача осуществляется с использованием GPRS канала по сети Internet.

В этой системе можно строить участки по координатам из приемника GPS. Измерения GPS являются одним из наиболее эффективных способов получения координат поворотных точек участков. Пользователь может использовать планшет или мобильное устройство, так как предусмотрены мобильные устройства (ориентация на местности, определение текущего направления движения). Редактирование данных в поле (метрическая и атрибутивная информация объектов) на основе результатов обследования (состояние почв, культур).

1.2 Основные модели, используемые при описании пространственных объектов

Векторные модели связаны с устройствами цифрования карт — цифрователями с ручным обводом объектов.

Векторное представление или векторная модель данных представляет собой цифровое представление точечных, линейных и полигональных объектов в виде набора пар координат. В общем случае используются двумерные модели (2D), однако для отдельных задач используются трехмерные ГИС. Векторные модели позволяют вам представлять точечные объекты с помощью пары координат (X и Y) координатного пространства, линия — некоторая последовательность пар координат их вершин, область — замкнутая последовательность связанных линий, начальная и конечная точки совпадают, например, на рисунке 1. [13]



Рисунок 1 — Векторное представление графики

Линия состоит из двух или более пар координат. Для одного отрезка достаточно двух пар координат, что дают положение и ориентацию в пространстве. Некоторое число отрезков/сегментов нужно для более сложных

полилиний, каждый из которых начинается и заканчивается парой координат. Использование приближенного изображения с помощью большого числа коротких прямых сегментов для кривых линий, показано на рисунке 2. Чем короче сегменты, тем более точно они представляют сложную линию. Структуры векторных данных лучше представляют позиции объектов в пространстве, но есть погрешность в точности, структуры данных являются приблизительным представлением географического пространства.

Любая кривая может быть описана с заданной точностью совокупностью отрезков прямых — сегментов или векторов. Векторная структура данных отражает только геометрию картографических объектов, связанных с отдельной атрибутивной базой данных. Пространственные объекты в векторном представлении занимают в памяти ЭВМ относительно мало места, сравнивая с растровыми.

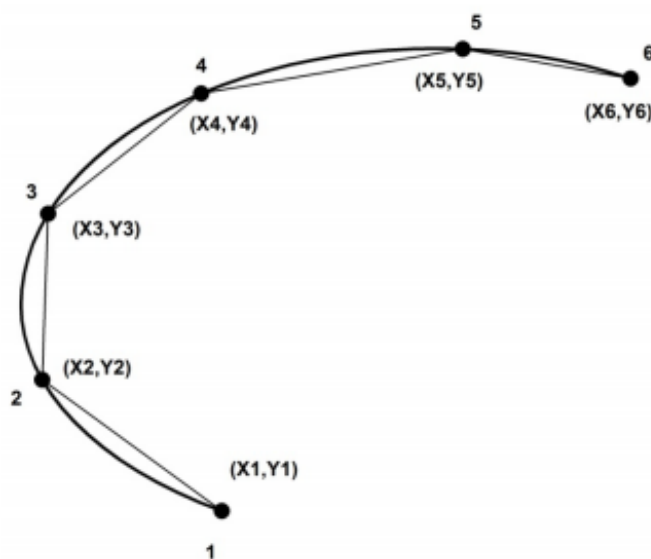


Рисунок 2 — Криволинейный объект набором линейных отрезков

В ГИС используются понятия объекта и предмета.

Объект — явление реальности, которое является последним в серии подразделений одного и того же типа явлений. Город, считая объектом,

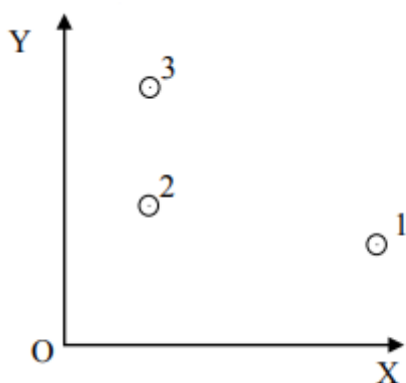
разделяя на составные части, на которые можно разделить, будут являться районами, кварталами.

Предмет — это цифровое представление всего объекта или его части. В зависимости от масштаба исследования, его задач и ряда других факторов, зависит способ представления явления. Географически город может быть представлен в виде точки, рассматривая территории в масштабе материка, если в масштабе области, тот же город может быть представлен ареалом [14].

Примитив — точка, полилиния, полигон в векторной цифровой карте. Это самая простая единица для задания графического отображения в ГИС. Только численные значения его параметров (координат) требуются для задания примитивов.

Рассмотрим основные предметы более подробно [14]:

1. Точечные примитивы — простейший тип пространственного объекта, обозначает местоположение, которое описывается двумя координатами. Точки являются 0-мерными предметами. Выбор объектов, которые будут представлены в виде точек, зависит от масштаба карты или исследования. Координаты каждой точки хранятся в виде двух дополнительных атрибутов. Информация о наборе точек представляется в виде развернутой таблицы атрибутов. Каждая строка соответствует точке, где собрана вся информация о данной точке. Каждый столбец — это признак. Два столбца отведены для данных о координатах. На рисунке 3 показано, как будут выглядеть точечные данные и их представление в ГИС.



Кодирование точечных объектов

ID	X	Y
1	248,79	31,54
2	50,67	100,34
3	163,32	190,67

Рисунок 3 — Представление точечных данных

2. Линейные примитивы (полилинии) — тип пространственных объектов, которые не имеют ширины (в заданном масштабе карты). Линейные объекты — одномерные, характеризуются только длиной (протяженностью) отображаемого объекта. Отдельный отрезок, ломаная линия или сеть, объединения нескольких линий, содержащих точки пересечений — всё это представление примитивов. На рисунке 4 представлено отображение линейных объектов в ГИС.

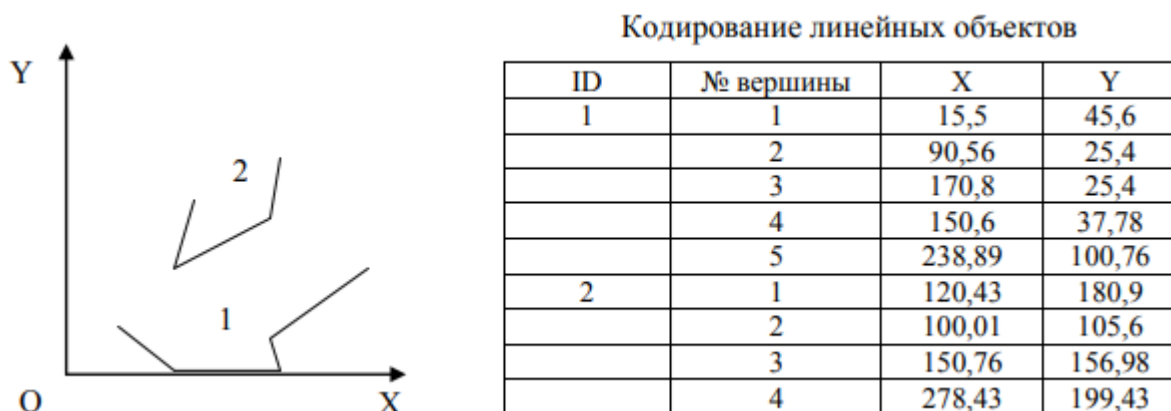


Рисунок 4 — Представление линейных объектов

3. Полигоны (ареалы) — тип пространственных объектов, имеющие длину и ширину. Полигоны — 2-мерные. Границы могут определяться естественными явлениями, например берегом озера. На рисунке 5 отражено представление полигонов в ГИС.

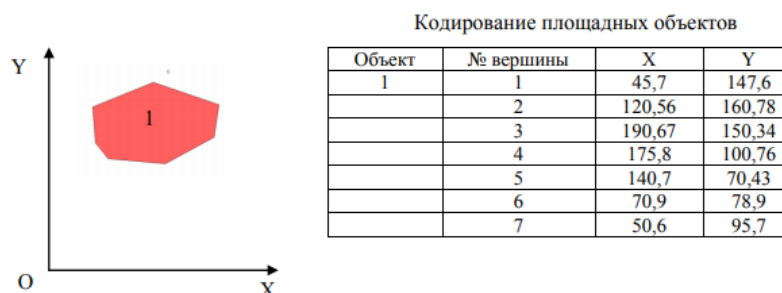


Рисунок 5 — Представление площадных объектов

Топологическое векторное представление — это представление пространственных объектов, которое учитывает не только геометрию объектов, но и их взаимные отношения в пространстве. Ее называют также линейно-узловой моделью. Именно эта модель дает возможность описывать контурные объекты в виде множества трех элементов: узлов/точек, полилиний и собственно полигонов [14].

В топологической модели объекты содержат дополнительную информацию о пространственных взаимоотношениях.

Линейные объекты — дорожная сеть — в дополнение к информации о типе дороги и качестве покрытия, она также может показать возможное направление движения. Эта информация должна быть назначена каждому сегменту, чтобы информировать пользователя о том, что движение может продолжаться вдоль каждого сегмента перед изменением атрибутов, возможно, до тех пор, пока двусторонняя улица не станет односторонней. Другие коды, соединяющие эти сегменты, могут включать информацию о узлах, которые их соединяют. Например, узел может иметь знак остановки, светофор или знак запрета на поворот. Все эти дополнительные атрибуты должны быть определены во всей сети, чтобы моделировать реальные отношения.

Полигоны (или области) создаются путем соединения полилинии в замкнутую петлю, где первая пара координат первого сегмента является одновременно и последней парой координат последнего сегмента. Как с точками и полилиниями, так и с полигонами связывается файл, где хранятся атрибуты этих объектов. Через идентификатор объекта устанавливается и поддерживается связь между позиционной частью и атрибутикой.

Топологические характеристики должны вычисляться в ходе количественных преобразований моделей объектов ГИС, а затем храниться в базе данных совместно с координатными данными [14].

1.3 Описание исходных данных

В качестве исходных данных для проектирования геоинформационного модуля построения дорожной сети для сельскохозяйственных территорий является база данных, описывающая дорожную сеть. Под дорожной сетью понимают взаимодействие ГИС объектов с транспортным средством (ТС), имеющим технические характеристики, и с условиями, закрывающие доступ к проезду.

Под ГИС объектом понимают последовательность отрезков, состоящих из реальных географических координат. Объект может быть линейным, точечным, полигональным. Каждый такой объект включает тип объекта. Дорожный объект характеризуется шириной полосы проезжей части, грузоподъемностью, высотой до моста, в случае, когда участок дороги находится под мостом. Дорожное покрытие дороги указано в сущности «Тип объекта».

Транспортные средства, имеющиеся в хозяйстве, характеризуются габаритами. Шириной, длиной, высотой, максимальным весом груза, провозимого на ТС.

Под условиями, закрывающими доступ к проезду, понимают погодные условия и непредвиденные ситуации. Погодные условия описываются периодом их действия, влияя на доступность проезда. Непредвиденные ситуации описываются причиной произошедшего условия, запрещающего проезд.

Современное состояние сельских территорий Алтайского края.

Алтайский край является крупнейшим производителем зерна в Российской Федерации, регион входит в число российских субъектов — лидеров в развитии животноводства и имеет серьезные перспективы для дальнейшего развития сельскохозяйственного производства.

Агропромышленный комплекс является одной из наиболее стабильных и динамично развивающихся отраслей региональной экономики. Основой

сельского хозяйства провинции является производство зерновых культур (в том числе сортов твердой пшеницы), зерновых и технических культур, а также скота. В области пахотных земель Алтайский край является лидером в Российской Федерации, на долю области приходится одна треть пахотных земель Сибирского федерального округа. Алтайский край занимает 1 место в Российской Федерации по посевной площади зерновых и зернобобовых культур.

Земли сельскохозяйственного назначения в Алтайском крае занимают 11,6 млн. га, в том числе сельскохозяйственные угодья — 10,6 млн. га, из них пашня — 6,5 млн. га (это самая большая площадь пашни в РФ).

Посевные площади сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий ежегодно занимают 5,4-5,5 млн. гектаров, в том числе зерновые и зернобобовые культуры — до 3,8 млн. гектаров, технические — более 620 тыс. гектаров. Свыше 1 млн. гектаров засеваются кормовыми культурами. [15]

Регион входит в пятерку регионов России по производству зерна и, прежде всего, высококачественной пшеницы, а зерновое месторождение Алтая — крупнейшее в России. Но выращивается не только пшеница, благодаря разнообразию почвенно-климатических зон на территории края позволяют сельскохозяйственным производителям выращивать широкий ассортимент других злаков.

В регионе расположен крупнейший в Сибири тепличный комплекс ОАО «Индустриальный», в крае развивается садоводство.

Состояние земель края в цифрах отображено на рисунке 6.

	сельскохозяйственные организации	крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные	крестьянские (фермерские) хозяйства	крестьянские (фермерские) хозяйства	личные подсобные и другие индивидуальные хозяйства граждан	некоммерческие объединения граждан
	2016	2016	2016	2016	2016	2016
	4	6	8	10	12	14
Число организаций (хозяйств) - всего, единиц	1087	3469	2445	1024	568489	377
Общая земельная площадь, га	4729857,0	2717746,9	2346740,7	371006,2	275329,9	15688,9
из нее сельскохозяйственные угодья	4541424,1	2705105,5	2337748,8	367356,7	248710,0	6097,2
в том числе:						
пашня	3673798,0	2419166,4	2102255,0	316911,4	31302,0	4287,2
сенокосы	240119,3	108037,9	79852,2	28185,7	129044,0	-
пастбища	549969,0	164674,0	146839,3	17834,8	33489,7	-
многолетние насаждения	4722,9	789,2	479,7	309,5	4696,9	1525,4
залежь	72814,9	12437,9	8322,6	4115,3	50177,4	284,7
Из общей площади сельскохозяйственных угодий фактически используются, га	4360798,3	2667833,2	2307934,2	359899,0	198532,6	5812,5
в процентах от общей площади сельскохозяйственных угодий соответствующей категории хозяйств	96,0	98,6	98,7	98,0	79,8	95,3

Рисунок 6 — Состояние земель и количество сельскохозяйственных организаций Алтайского края

Также будут рассмотрены отдельно районы Алтайского края. Состояние земель Завьяловского района в цифрах отображено на рисунке 7.

	в том числе				
	сельскохозяйственные организации	крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели	крестьянские (фермерские) хозяйства	индивидуальные предприниматели	личные подсобные и другие индивидуальные хозяйства граждан
Число организаций (хозяйств) - всего, единиц	19	30	27	3	8430
Общая земельная площадь, га	102515,3	28820,8	28694,8	126,0	1891,2
из нее сельскохозяйственные угодья	98754,1	28800,8	28674,8	126,0	1430,3
в том числе:					
пашня	83292,9	26925,9	26835,9	90,0	455,5
сенокосы	4229,2	1070,0	...	...	363,3
пастбища	11103,0	804,9	804,9	-	45,4
многолетние насаждения	129,0	-	-	-	46,7
залежь	-	-	-	-	519,4
Из общей площади сельскохозяйственных угодий фактически используются, га	92086,1	28408,8	28312,8	96,0	910,9
в процентах от общей площади сельскохозяйственных угодий соответствующей категории хозяйств	93,2	98,6	98,7	76,2	63,7

Рисунок 7 — Состояние земель и количество сельскохозяйственных организаций Завьяловского района

Завьяловский район — территория развитого сельскохозяйственного производства, высокой культуры земледелия. Сельское хозяйство представляют 19 сельхозпредприятий и 30 крестьянских — фермерских хозяйств, владеющих

своей землёй, и техникой. По состоянию на июль 2016 года в этом районе насчитывается 8430 личных подсобных хозяйств.

В каждом поселении муниципального района расположены сельскохозяйственные предприятия, кроме п. Малиновского.

Общая площадь сельскохозяйственных угодий 120220 га, в том числе пашни 110712 га. [15]

Посевные площади сельскохозяйственных культур в течение многих лет остаются стабильными и составляют 96,6 тыс. га. На долю крестьянских — фермерских хозяйств приходится 15,4 тыс. га.

Климатические условия Алтайского края.

Алтай расположен в среднем поясе северной климатической зоны. В течение года тепло и свет поступают неравномерно. Минимальное количество солнечной радиации, которую территория получает зимой с более низким положением Солнца над горизонтом. Максимальное количество тепла широты получается летом, когда солнце высоко по отношению к горизонту.

Климат Алтайского края имеет ярко выраженные черты континентальности: холодная, длинная, снежная зима и короткое, теплое, иногда жаркое лето.

Самыми сухими и жаркими являются западные равнины Алтайского края. К востоку и юго-востоку происходит увеличение осадков от 230 мм до 600–700 мм в год. Снежный покров устанавливается в среднем во второй декаде ноября, сходит в первой декаде апреля. Высота снежного покрова составляет в среднем 40–60 см, в западных районах уменьшается до 20–30 см. Глубина промерзания почвы 50–80 см, на оголенных от снега степных участках возможно промерзание на глубину 2–2,5 м [16].

Заморозки наступают в среднем 13–14 сентября и заканчиваются 18–24 мая. Безморозный период продолжается 111–118 дней. Среднегодовая температура поверхности почвы положительная (2°). Средняя продолжительность безморозного периода 95–107 дней. Полное оттаивание почвы происходит с 26 апреля по 14 мая.

Техническая оснащённость, применяемая на полях Алтайского края.

Данные представлены официальным сайтом Алтайского края о наличии сельскохозяйственной техники, машин и оборудования по категориям хозяйств на 2016 год, которые представлены на рисунке 8.

	сельскохозяйственные организации	крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели	крестьянские (фермерские) хозяйства	крестьянские (фермерские) хозяйства	личные подсобные и другие индивидуальные хозяйства граждан	некоммерческие объединения граждан
	2016	2016	2016	2016	2016	2016
	4	6	8	10	12	14
Наличие сельскохозяйственной техники, шт.:						
Тракторы	11783	8827	7283	1544	18526	х
Комбайны:						
зерноуборочные	4349	4693	3994	699	х	х
кукурузоуборочные	7	-	-	-	х	х
картофелеуборочные	32	71	36	35	х	х
кормоуборочные	797	148	120	28	х	х
Машин свеклоуборочные (без ботвоуборочных)	76	13	...	...	х	х
Установки доильные	1176	462	327	135	7987	х
Автомобили грузовые	5874	3628	3014	614	17887	х
Плуги	3017	4155	3420	735	х	х
Косилки	1628	2164	1662	502	х	х
Сеялки	6496	7081	6129	952	х	х

Рисунок 8 — Сельскохозяйственная техника, машины и оборудование по Алтайскому краю

Данные о наличии сельскохозяйственной техники, машин и оборудования в Завьяловском районе на 2016 год представлены на рисунке 9.

	в том числе				
	сельскохозяйственные организации	крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели	в том числе		личные подсобные и другие индивидуальные хозяйства граждан
			крестьянские (фермерские) хозяйства	индивидуальные предприниматели	
Наличие сельскохозяйственной техники, шт.:					
Тракторы	272	87	84	3	333
Комбайны:					
зерноуборочные	118	49	49	-	х
кукурузоуборочные	-	-	-	-	х
льнауборочные	-	-	-	-	х
картофелеуборочные	...	-	-	-	х
кормоуборочные	23	-	-	-	х
Машин свеклоуборочные (без ботвоуборочных)	...	-	-	-	х
Установки доильные	19	-	-	-	202
Автомобили грузовые	120	57	...	...	331
Автомобили легковые	-	-	-	-	4045
Мотоблоки ³⁾	-	-	-	-	361
Плуги	83	51	...	...	х
Косилки	24	11	8	3	х
Сеялки	214	99	...	...	х

Рисунок 9 — Сельскохозяйственная техника, машины и оборудование Завьяловского района

Из рисунка 8 и 9 видно, что не каждое личное подсобное хозяйство может себе позволить современное дорогостоящее оборудование, используя самодельное орудие, например грабли ворошилки или поперечные шириной, часто превышающей колеи трактора и ширину полос дороги. На таком транспорте очень легко создать аварийную ситуацию, поэтому необходимо при построении дороги на карте указывать максимально допустимую ширину для техники.

Автопарк Завьяловского района в конце 2010 года составлял 10160 единиц. Обеспечение жителей района личными автомобилями составляет 2,4 человека на одно транспортное средство. В среднем 710 тыс. тонн грузов перевозится за год грузовым автотранспортом крупных и средних предприятий всех отраслей экономики района, грузооборот составляет 12 млн. тонно-километров [16].

Доля грузов (до 75 %) перевозится предприятиями сельского хозяйства, доля в общем грузообороте 76 %.

Дорожное хозяйство Алтайского края.

Регион занимает одно из первых мест в Российской Федерации по протяженности дорог общего пользования. Из 55 500 км дорог длина региональных и федеральных маршрутов составляет 16 742,8 км (включая федеральные дороги — 636,2 км).

Из общей протяженности автомобильных дорог регионального или межмуниципального значения: 1914,65 км – грунтовые дороги и 14828,15 км дороги с твердым покрытием, в том числе:

- с цементобетонным покрытием — 160,7 км;
- с асфальтобетонным покрытием — 8042,96 км;
- с покрытием переходного типа (щебеночным) — 6624,5 км.

По состоянию на 1 ноября 2017 года на региональных или межрегиональных магистралях Алтайского края расположено 857 мостов и 8171 водопропускных труб длиной 132487 метров [18].

Дороги в сельской местности — важнейший фактор и неотъемлемая часть сложного и многопланового технологического процесса сельскохозяйственного производства. Их отсутствие или низкое качество является главным условием, сдерживающим социально-экономическое и демографическое развитие целых районов.

Бездорожье значительно увеличивает себестоимость сельскохозяйственной продукции. В бездорожных районах доля транспортных расходов от валовой себестоимости сельскохозяйственной продукции достигает 47% и более.

Дорога представляет собой комплекс инженерных сооружений и устройств, которые необходимы для безопасного перемещения транспорта в любых погодных условиях. Дороги, за исключением внутрихозяйственных, делятся на пять категорий в соответствии с интенсивностью движения, экономическими и административными ценностями, все вместе или в отдельных разделах.

Качество и состав дорожных сооружений определяются категорией дороги. Сельскохозяйственные дороги — это дороги, что расположены в сельской местности, на которых перевозят в основном сельскохозяйственные грузы. Такие дороги относятся к IV и V категориям.

Сельскохозяйственные дороги делятся на внешние и внутрихозяйственные. Внешние или подъездные пути, такие дороги соединяют экономический центр с существующей сетью дорог и железных дорог, водных путей, поселений района.

Внутрихозяйственные дороги находятся непосредственно на территории данного хозяйства, по назначению их разделяют на четыре группы:

- а) дороги, что связывают хозяйственный центр с отделениями, бригадами, фермами;
- б) дороги внутри самой усадьбы, отделения (поселковые);
- в) полевые дороги (для проезда на поля);
- г) прочие дороги (для проезда к токам, складам и т. п.).

Внутрихозяйственные дороги в зависимости от назначения и расчетного объема грузовых перевозок подразделяют на три категории I-с, II-с и III-с.

На рисунке 10 показана классификация дорог.

Класс автомобильной дороги	Категория автомобильной дороги	Общее количество полос движения	Ширина полосы движения, м
Автомагистраль	IA	4 и более	3,75
Скоростная дорога	IB	4 и более	3,75
Дорога обычного типа (нескоростная дорога)	IV	4 и более ¹⁾	3,75
	II	4	3,5
		2 или 3 ³⁾	3,75
	III	2	3,5
	IV	2	3,0
	V	1	4,5 и более

Рисунок 10 — Классификация дорог общего пользования

1.4 Вывод по главе 1

В данной главе были приведены геоинформационные системы, используемые в сельском хозяйстве для решения различных задач, а также системы, аналогичные нашей, рассмотрев которые, можно прийти к выводу, что погодные условия и непредвиденные ситуации не учитываются при разработке программных обеспечений. Также были рассмотрены исходные данные, необходимые для проектирования модуля.

Глава 2 Проектирование реляционной базы данных

2.1 Инфологическая модель базы данных

Цель разработки инфологической модели — обеспечить человека наиболее естественными способами сбора и представления той информации, которая будет храниться в проектируемой БД. Основными элементами инфологической модели являются сущности, связи между ними и их свойства [17].

2.2 Описание сущностей

В соответствии с описанием предметной области были получены следующие сущности:

- «Тип транспортного средства (ТС) » хранятся наименования типов ТС, имеющих в хозяйстве;
- «ТС» хранится информация о физических характеристиках ТС, какое ТС имеет какие именно габариты и какая именно у него максимальная грузоподъемность;
- «Тип ГИС объектов» хранится информация о наименовании типа объекта, какой тип объекта пользователь добавляет на карту, будь то дорога с определённым покрытием или река;
- «Тип фигуры» хранится информация о наименовании типа фигуры объекта, какой тип фигуры объекта пользователь добавляет на карту, полигон, точку или полилинию;
- «ГИС объект» хранится информация об объекте создаваемого ГИС объекта, как называется объект, можно ли его преодолеть на ТС;
- «Массив точек» хранится информация о географических координатах ГИС объекта, какой именно объект имеет координаты;

- «Параметры дороги» хранится информация, характеризующая объект типа дороги, какой именно участок дороги или вся дорога имеет ширину полосы проезжей части, максимальную грузоподъемность, если дорога находится над мостом, то какая высота до моста от дороги;

- «Недоступность проезда» хранится информация о причинах недоступности проезда на том или ином ГИС объекте;

- «Доступ по погоде» хранится информация, что доступен ли объект к проезду в связи с неблагоприятными условиями погоды;

- «Периоды погодных условий» хранится информация о длительности неблагоприятных погодных условиях, начало и окончание данного периода;

- «Погодные условия» хранится информация о том, какие именно погодные условия случаются;

- «Проходимость» — связующая таблица с данными ГИС объекта и ТС.

Их атрибуты:

- Таблица Тип ТС:

(PK) ID_Тип_ТС — ID;

Наименование.

- Таблица ТС:

(PK) ID_ТС — ID;

(FK) ID_Тип_ТС;

Название;

Ширина_ТС;

Длина_ТС;

Высота_ТС;

Мах_вес_груза — вес максимального груза.

- Таблица Тип ГИС объекта:

(PK) ID_Тип_объекта — ID;

Наименование.

Река, лес, озеро, дорога, пашня, населенный пункт, труднопроходимый участок и т.д.

- Таблица Тип фигуры:

(PK) ID_Тип_Фигуры — ID;

Наименование — полигон, полилиния, точка.

- Таблица ГИС объект:

(PK) ID_Объект — ID;

(FK) ID_Тип_Объекта;

(FK) ID_Тип_Фигуры ;

Название;

Преодолимость_Объекта.

- Таблица Массив точек (таблица для хранения массива точек для описания границ объекта):

(PK) ID_Point — ID;

(FK) ID_Объект — ссылка на объект;

ID_Prev_Point — ссылка на предыдущую точку;

ID_Next_Point - ссылка на следующую точку;

Pos_X — координаты по широте;

Pos_Y — координаты по долготе;

Pos_H — высотная характеристика (для изолиний рельефа).

- Таблица Погодные условия:

(PK) ID_Тип_погоды — ID;

Наименование — (зима, дождь, посевная и т.д.).

- Таблица Периоды погодных условий (заполняются пользователями заранее):

Для зимы — где будет расчищена зимняя дорога, где дороги будут недоступны, весной — где вода разливается и проезд недоступен или частично доступен, либо заполняется по факту — неделю лили дожди, добавили непроходимые участки.

(PK) ID_Периоды_Погоды — ID;

(FK) ID_Тип_погоды;

Начало_Периода — дата начала действия периода;

Конец_Периода — дата окончания действия периода.

- Таблица Доступ по погоде:

(FK) ID_Доступ_Погода;

(FK) ID_Периоды_Погоды;

(FK) ID_Объект – ссылка на объект;

Доступ_к_проезду — да/нет.

- Таблица Параметры дороги:

(PK) ID_Параметры — ID;

(FK) ID_Объект;

(FK) ID_Тип_Объекта;

Ширина_полосы;

Грузоподъемность;

Высота_до_моста.

- Таблица Недоступность проезда:

(PK) ID_Недоступность — ID;

(FK) ID_Объект;

Причина недоступности.

- Таблица Проходимость:

(PK) ID_Проходимость — ID;

(FK) ID_Объект;

(FK) ID_Тип_ТС;

2.3 Описание связей

Связь — это простая ассоциация между сущностями. Возможность находить некоторые объекты с целью других - это главное в организации базы данных, поэтому мы устанавливаем некоторые связи между ними. Ссылка может быть определена между любыми атрибутами, которые имеют сопоставимые значения данных [17].

Модель «сущность-связь» основана на использовании трёх основных элементах: сущность, атрибут, связь.

Связь между таблицами может быть трёх типов:

1. Отношение «один к одному» (1:1) означает, что запись каждой одной таблицы соответствует каждой записи в другой.
2. Отношение «один ко многим» (1:M) показывает, как одна запись взаимосвязана со многими другими.
3. Отношение «многие ко многим» (M:N) возникает тогда, когда запись из первой таблицы может быть связана с более чем с одной записью во второй таблицы.

Сущность, атрибут и связь могут быть одинаковыми элементами, поэтому каждый объект может действовать как один конструктивный элемент [17].

В работе были использованы следующие типы связей (рисунок 11).

Номер связи	Родительская таблица	Дочерняя таблица	Тип связи
1	Тип ТС	ТС	1:M
2	ТС	Проходимость	1:M
3	ГИС Объект	POINT	1:M
4	ГИС Объект	Доступ по погоде	1:M
5	ГИС Объект	Параметры	1:M
6	ГИС Объект	Проходимость	1:M
7	ГИС Объект	Недоступность проезда	1:M
8	Погодные условия	Периоды погодных условий	1:M
9	Периоды погодных условий	Доступ по погоде	1:M
10	Тип фигуры	ГИС объект	1:M
11	Тип ГИС объекта	ГИС объект	1:M
12	Тип Объекта	Параметры	1:M

Рисунок 11 — Типы связей проектируемой БД»

Рисунок 11 показывает классификацию связей между таблицами. Связь под номером 1, между таблицами «Тип ТС-ТС» указывает на то, что одна машина соответствует всем характеристикам, представленным в таблице ТС.

Связь под номером 2 «ТС-Проезжимость» указывает, что одна машина из ТС соответствует всем данным в таблице «Проезжимость». Связь с номером 3, между таблицами «ГИС Объект-Point» указывает на то, что один ГИС объект соответствует всем координат своего построения. Четвёртая связь «ГИС Объект-Доступ по погоде» указывает, что один объект соответствует всем атрибутам таблицы «Доступ по погоде». Пятая связь показывает, как один объект имеет все физические характеристики, в таблице «Параметры дороги». Связь номер 6 означает, что один объект соответствует всем ТС это объекта в таблице «Проезжимость». Седьмая связь указывает, что один объект соответствует всем данным в таблице «Недоступность проезда», каждый объект в таблице имеет причину недоступности. Восьмая связь указывает, что один тип погоды соответствует всем атрибутам таблицы «Периоды погодных условий». Связь под номером 9 показывает, что каждый период погодных условий имеет доступ к проезду и соответствует остальным атрибутам таблицы «Доступ по погоде». Десятая связь означает, что один тип фигуры объекта соответствует всем данным в таблице «ГИС Объект», относящихся именно к этому типу фигур. Одиннадцатая связь означает, что один тип объекта соответствует всем данным в таблице «ГИС Объект», относящихся именно к этому типу объекта. Двенадцатая связь показывает, как один тип объекта имеет все характеристики для данного типа дороги.

2.4 Даталогическая модель

Данные представлены в виде двумерных таблиц, выполняющих свои операции (объединение, разность, пересечение и декартово произведение) и специальные реляционные операции. Такие модели обеспечивают создание реляционных баз данных и системы управления этими БД.

Во всех таблицах не ключевые атрибуты не транзитивно зависят от первичного ключа и независимы между собой.

Использование ключей и индексов позволяет:

- Идентификацию записи;
- Выполнение сортировки таблиц;
- Не дублировать значения в ключевых полях;
- Устанавливать связи между отдельными таблицами БД;
- Ускорять операции поиска в таблицах.

Нормализация отношений – разбиение таблицы на две или более [17].

Существует 5 нормальных форм (НФ) таблиц, которые предназначены для уменьшения от первой до пятой нормальной формы. Каждая последующая должна удовлетворять требованиям предыдущей формы.

Проведём нормализацию имеющихся сущностей.

Таблица находится в первой НФ, если каждый атрибут отношения хранит одно единственное значение. Все таблицы находятся в первой нормальной форме, все атрибуты атомарны.

Если таблица удовлетворяет условиям первой нормальной формы, и каждый не первичный атрибут полностью функционально зависит от ключа, то таблица находится во второй НФ. Во всех таблицах отсутствуют составные ключи, тем самым все таблицы находятся во второй нормальной форме.

Если таблица удовлетворяет условиям второй НФ, и каждый не первичный атрибут не является транзитивным в зависимости от ключа, то таблица находится в третьей нормальной форме.

Транзитивной зависимости не было обнаружено, можно сделать вывод, что все таблицы находятся в третьей нормальной форме, где каждый не ключевой атрибут в таблицах не транзитивно зависит от первичного ключа.

Процесс проектирования реляционной базы данных заканчивается на приведении к 3 нормальной форме, так как настоящая модель не нуждается в приведении к следующим формам.

Приведём состав таблиц БД. Для каждого поля таблицы необходимо указать размер поля (количество символов), тип. Для первичных ключей необходимо ввести запрет неопределенных значений. Для остальных полей

возможность запрета неопределенных значений определяется семантикой предметной области.

Состав таблицы ГИС Объект (рисунок 12).

	Имя столбца	Тип данных	Разрешит...
▶	ID_Объект	int	<input type="checkbox"/>
	ID_Тип_Объекта	int	<input type="checkbox"/>
	ID_Тип_Фигуры	int	<input type="checkbox"/>
	Название	nchar(50)	<input type="checkbox"/>
	Преодолимость_Объ...	nchar(20)	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Рисунок 12 — Проект таблицы «ГИС Объект»

Состав таблицы Доступ по погоде (рисунок 13).

	Имя столбца	Тип данных	Разрешит...
▶	ID_Доступ_Погода	int	<input type="checkbox"/>
	ID_Периоды_Погоды	int	<input type="checkbox"/>
	ID_Объект	int	<input type="checkbox"/>
	Доступ_к_проезду	nchar(10)	<input type="checkbox"/>

Рисунок 13 — Проект таблицы «Доступ по погоде»

Состав таблицы Недоступность проезда (рисунок 14).

	Имя столбца	Тип данных	Разрешит...
▶	ID_Недоступность	int	<input type="checkbox"/>
	ID_Объект	int	<input type="checkbox"/>
	Причина_Недоступн...	nchar(30)	<input type="checkbox"/>

Рисунок 14 — Проект таблицы «Недоступность проезда»

Состав таблицы Параметры дороги (рисунок 15).

	Имя столбца	Тип данных	Разрешит...
?	ID_Параметры	int	<input type="checkbox"/>
	ID_Тип_Объекта	int	<input type="checkbox"/>
	ID_Объект	int	<input type="checkbox"/>
	Ширина_Полосы	nchar(10)	<input type="checkbox"/>
	Грузоподъемность	nchar(10)	<input type="checkbox"/>
	Высота_до_моста	nchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>

Рисунок 15 — Проект таблицы «Параметры дороги»

Состав таблицы Периоды погоды (рисунок 16).

	Имя столбца	Тип данных	Разрешит...
?	ID_Периоды_Погоды	int	<input type="checkbox"/>
	ID_Тип_Погоды	int	<input type="checkbox"/>
	Начало_Периода	datetime	<input type="checkbox"/>
	Конец_Периода	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>

Рисунок 16 — Проект таблицы «Периоды погоды»

Состав таблицы Погодные условия (рисунок 17).

	Имя столбца	Тип данных	Разрешит...
?	ID_Тип_Погоды	int	<input type="checkbox"/>
	Наименование	nchar(50)	<input type="checkbox"/>

Рисунок 17 — Проект таблицы «Погодные условия»

Состав таблицы Проходимость (рисунок 18).

	Имя столбца	Тип данных	Разрешит...
?	ID_Проходимость	int	<input type="checkbox"/>
	ID_Объект	int	<input type="checkbox"/>
	ID_ТС	int	<input type="checkbox"/>

Рисунок 18 — Проект таблицы «Проходимость»

Состав таблицы Тип объекта (рисунок 18).

	Имя столбца	Тип данных	Разрешит...
▶	ID_Тип_Объекта	int	<input type="checkbox"/>
	Наименование	nchar(50)	<input type="checkbox"/>

Рисунок 19 — Проект таблицы «Тип объекта»

Состав таблицы Тип фигуры (рисунок 20).

	Имя столбца	Тип данных	Разрешит...
▶	ID_Тип_Фигуры	int	<input type="checkbox"/>
	Наименование	nchar(20)	<input type="checkbox"/>

Рисунок 20 — Проект таблицы «Тип фигуры»

Состав таблицы Тип ТС (рисунок 21).

	Имя столбца	Тип данных	Разрешит...
▶	ID_Тип_ТС	int	<input type="checkbox"/>
	Наименование	nchar(20)	<input type="checkbox"/>

Рисунок 21 — Проект таблицы «Тип ТС»

Состав таблицы ТС (рисунок 22).

	Имя столбца	Тип данных	Разрешит...
▶	ID_ТС	int	<input type="checkbox"/>
	ID_Тип_ТС	int	<input type="checkbox"/>
	Название	nchar(30)	<input type="checkbox"/>
	Ширина_ТС	nchar(10)	<input type="checkbox"/>
	Длина_ТС	nchar(10)	<input type="checkbox"/>
	Высота_ТС	nchar(10)	<input type="checkbox"/>
	Max_вес_груза	nchar(10)	<input type="checkbox"/>

Рисунок 22 — Проект таблицы «ТС»

Состав таблицы Point (рисунок 23).

Имя столбца	Тип данных	Разрешит...
ID_Point	int	<input type="checkbox"/>
ID_Объект	int	<input type="checkbox"/>
ID_Prev_Point	int	<input type="checkbox"/>
ID_Next_Point	int	<input type="checkbox"/>
Pos_X	nchar(10)	<input type="checkbox"/>
Pos_Y	nchar(10)	<input type="checkbox"/>
Pos_H	nchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>

Рисунок 23 — Проект таблицы «Point»

После всех этапов проектирования создадим схему базы данных, представленную на рисунке 24.

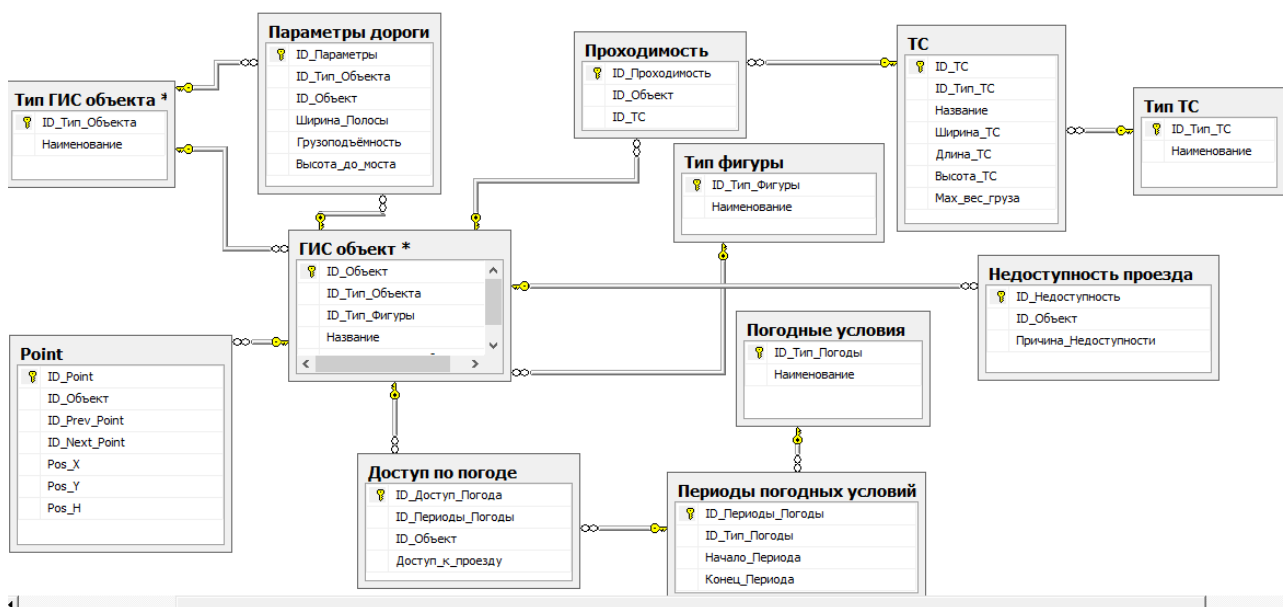


Рисунок 24 — Схема базы данных дорожной сети сельскохозяйственных территорий

База данных была частично заполнена данными. На рисунке 25 представлена таблица с названиями объектов. Так же ниже, на рисунке 26, отображена таблица базы данных «Тип ГИС объекта», на рисунке 27 таблица «Недоступность проезда».

ID_Объект	ID_Тип_Объекта	ID_Тип_Фигуры	Название	Преодолимост...
1	1	1	Река Кулунда	... Непреодолимы...
2	2	2	Сосновый лес №1	... Непреодолимы...
4	3	1	Лесная дорога №1	... Преодолимый ...
5	13	1	Полевая дорога №3	... Преодолимый ...
7	15	1	Грунтовая №4	... Преодолимый ...
9	18	1	Пешеходная тропа №5	... Непреодолимы...
10	22	1	Гравийная №3	... Преодолимый ...
11	19	1	Барнаул-Ребриха-Завья...	... Преодолимый ...
13	8	1	Ручей №3	... Преодолимый ...
14	24	1	Ручей №6	... Непреодолимы...
15	4	2	Пашня №1	... Преодолимый ...
16	9	2	Болото №4	... Преодолимый ...
17	25	2	Болото №2	... Непреодолимое...

Рисунок 25 — Содержание части таблицы «ГИС объект»

ID_Тип_Объекта	Наименование		
1	Река	14	Дорога без покрытия ...
2	Лес	15	Грунтовая дорога ...
3	Лесная дорога ...	16	Просёлочная дорога ...
4	Пашня ...	17	Вьючная тропа ...
5	Населённый пункт ...	18	Пешеходная тропа ...
6	Железная станция ...	19	Шоссейная лорога ...
7	Озеро ...	20	Магистральная дорога ...
8	Ручей менее 20м ...	21	Щебёночная дорога ...
9	Болото проходное ...	22	Гравийная дорога ...
10	Овраг ...	23	Мост ...
11	Залежная земля ...	24	Ручей более 20м ...
12	Тупик ...	25	Болото непроходимое ...
13	Полевая дорога ...		

Рисунок 26 — Содержание части таблицы «Тип ГИС объекта»

ID_Недоступн...	ID_Объект	Причина_Недоступности
1	4	Упавшее дерево
2	7	Провалилась дорога
4	10	а/м авария на дороге

Рисунок 27 — Содержание части таблицы «Недоступность проезда»

Так же ниже, на рисунке 28, отображена таблица базы данных «ТС», характеристика дороги (рисунок 29) и таблица с доступностью по погоде (рисунок 30).

ID_TC	ID_Тип_TC	Название	Ширина_TC	Длина_TC	Высота_TC	Max_вес_груза
1	1	МТЗ-82 ...	1,97	3,85	2,78	3,2
2	2	ДОН-680 ...	5,275	11,14	3,94	1,7
3	4	Камаз-5213 ...	2,5	8	2,962	4,5
4	9	СПУ-3 ...	4,8	2,14	1,96	-
5	8	КРД-1,5 ...	4,1	2,735	3,1	-
6	5	Nissan Almera G...	1,695	4,656	1,522	0,6

Рисунок 28 — Содержание части таблицы «ТС»

ID_Параметры	ID_Объект	Ширина_Полосы	Грузоподъемн...	Высота_до_мо
1	7	3	4,5	NULL
2	10	4,5	4,5	NULL
3	11	3	7	NULL
4	5	10	6	NULL

Рисунок 29 — Содержание части таблицы «Параметры дороги»

ID_Доступ_По...	ID_Периоды_...	ID_Объект	Доступ_к_про...
1	1	7	да
2	3	5	нет
3	2	4	да
4	1	10	нет

Рисунок 30 — Содержание части таблицы «Доступ по погоде»

Для показа работоспособности базы данных были созданы и выполнены следующие запросы:

- Какие ТС не могут проехать участок дороги из-за крупногабаритности техники (рисунок 31).

- Какие дороги (участки дорог) недоступны в связи с непредвиденными ситуациями (рисунок 32).

- Каким ТС доступен проезд на участки дорог на основе максимальной грузоподъемности дороги и максимально допустимого веса перевозки грузов ТС (рисунок 33).

- Какие дороги (участки дорог) недоступны в связи с погодными условиями (рисунок 34).

```

SELECT Проходимость.ID_Объект, [ГИС объект].Название, Проходимость.ID_TC,
TC.Название AS Expr1, TC.Ширина_TC, [Параметры дороги].Ширина_Полосы
FROM [ГИС объект] INNER JOIN Проходимость
ON [ГИС объект].ID_Объект = Проходимость.ID_Объект INNER JOIN TC
ON Проходимость.ID_TC = TC.ID_TC INNER JOIN [Параметры дороги]
ON [ГИС объект].ID_Объект = [Параметры дороги].ID_Объект
WHERE [Параметры дороги].Ширина_Полосы < TC.Ширина_TC

```

ID_Объект	Название	ID_TC	Expr1	Ширина_TC	Ширина_Полосы
11	Барнаул-Ребриха-Завьялово	2	ДОН-680	5,275	3

Рисунок 31 — Содержание и выполнение запроса «Проходимость крупногабаритной техники»

```

SELECT [ГИС объект].ID_Объект, [ГИС объект].Название,
[Недоступность проезда].Причина_Недоступности
FROM [Недоступность проезда] INNER JOIN [ГИС объект]
ON [Недоступность проезда].ID_Объект = [ГИС объект].ID_Объект

```

ID_Объект	Название	Причина_Недоступности
4	Лесная дорога №1	Упавшее дерево
7	Грунтовая №4	Провалилась дорога
10	Гравийная №3	а/м авария на дороге

Рисунок 32 — Содержание и выполнение запроса «Недоступность дорог в связи с непредвиденными ситуациями»

```

SELECT Проходимость.ID_Объект, [ГИС объект].Название, Проходимость.ID_TC,
TC.Название AS Expr1, TC.Макс_вес_груза, [Параметры дороги].Грузоподъемность
FROM [ГИС объект] INNER JOIN Проходимость
ON [ГИС объект].ID_Объект = Проходимость.ID_Объект INNER JOIN TC
ON Проходимость.ID_TC = TC.ID_TC INNER JOIN [Параметры дороги]
ON [ГИС объект].ID_Объект = [Параметры дороги].ID_Объект
WHERE [Параметры дороги].Грузоподъемность >= TC.Макс_вес_груза

```

ID_Объект	Название	ID_TC	Expr1	Макс_вес_груза	Грузоподъемность
7	Грунтовая №4	6	Nissan Almera G15	0,6	4,5
10	Гравийная №3	3	Камаз-5213	4,5	4,5
11	Барнаул-Ребриха-Завьялово	2	ДОН-680	1,7	7
5	Полевая дорога №3	1	MT3-82	3,2	6

Рисунок 33 — Содержание и выполнение запроса «Проходимость по грузоподъемности»

```

)SELECT      ([Доступ по погоде].ID_Объект, [ГИС объект].Название,
              [Доступ по погоде].ID_Доступ_Погода, [Доступ по погоде].Доступ_к_проезду
FROM        [ГИС объект] INNER JOIN [Доступ по погоде]
ON          [ГИС объект].ID_Объект = [Доступ по погоде].ID_Объект
WHERE       ([Доступ по погоде].Доступ_к_проезду = 'нет')

```

Результаты			
ID_Объект	Название	ID_Доступ_Погода	Доступ_к_проезду
5	Полевая дорога №3	2	нет
10	Гравийная №3	4	нет

Рисунок 34 — Содержание и выполнение запроса «Недоступность проезда по погоде»

2.5 Выводы по главе 2

Спроектирована база данных для работы программного модуля, в которой хранятся все необходимые данные, учитывающиеся при проектировании. База данных была заполнена и были произведены запросы к таблицам. Итогом является спроектированная база данных для программного модуля, который в дальнейшем может использоваться в небольших сельхозпредприятиях Алтайского края.

Глава 3 Проектирование геоинформационного модуля

В данной главе представлено описание программного модуля с помощью UML-диаграмм.

3. 1 Общие сведения проектируемого модуля

Модуль предназначен для определения транспортной доступности сельскохозяйственной техники, учитывая следующие параметры:

- характеристика ТС;
- характеристика объектов дорожных участков;
- введенная информация о погодных условиях, влияющих на доступ к проезду;
- введенная информация о непредвиденных ситуациях, вызывающих невозможность проезда.

3. 2 Требование к модулю

Модуль должен иметь следующие функции:

1. обеспечение возможности добавления на карту ГИС объектов;
2. создание возможности редактирования данных ТС;
3. создание возможности редактирования данных о периодах погодных условий;
4. обеспечение ввода данных о непредвиденных ситуациях, вызывающих невозможность проезда;
5. обеспечение ввода данных о периодах погодных условиях, влияющих на доступ к проезду;
6. создание возможности определения транспортной доступности на дорожном участке;

7. отображение результата работы на карте.

Первая функция позволяет добавлять ГИС объект на карту, добавляя данные об объекте в БД.

Вторая функция позволяет редактировать таблицу техники в базе данных. Добавлять новую технику с её характеристиками и редактировать уже имеющиеся записи.

Третья функция позволяет редактировать таблицу с периодами погодных условий в базе данных и таблицу с доступом по погоде.

Четвёртая функция позволяет пользователю отмечать участки дорог, которые недоступны к проезду ТС с информацией (автомобильная авария, сухое упавшее дерево, ведутся ремонтные работы).

Пятая функция позволяет пользователю отмечать участки дорог, с информацией, что доступ закрыт.

Шестая функция позволяет пользователю получать данные о дорожных участках, на которых ТС не может проехать.

Седьмая функция отображает добавленный объект на карту.

Входные данные: топографическая карта местности представленная в виде совокупности ГИС-слоёв в формате Mapinfo.

Взаимодействие пользователей с модулем должно осуществляться посредством визуального графического интерфейса. Интерфейс модуля должен быть понятен и удобен пользователю. В интерактивном режиме ввод / вывод системных данных выполняется, отображаются результаты команд, их выполнение.

Системное управление должно выполняться с помощью набора экранных меню, кнопок. Режим ввода клавиатуры следует использовать при заполнении и/или редактировании текстовых полей экранных форм. Все взаимодействие с пользователем осуществляется на русском языке.

Экранные формы должны быть разработаны с учетом требований унификации.

3. 3 Моделирование программного модуля

Средства UML представляются как язык для определения, представления, проектирования и документирования программных систем, организационно-экономических систем, технических систем и других систем различной природы. UML содержит стандартный набор диаграмм и нотаций самых разнообразных видов

Для представления программного модуля разработаны следующие диаграммы:

- диаграмма вариантов использования;
- диаграммы деятельности.

3. 3. 1 Диаграмма вариантов использования

Диаграммы вариантов использования описывают функциональное назначение системы или то, что система должна делать. Проектируемая система представляется в виде множества сущностей или актеров, взаимодействующих с системой с помощью вариантов использования. При этом актером (actor) или действующим лицом называется любая сущность, взаимодействующая с системой извне.

Для данного программного модуля можно выделить 1 актер: пользователь (сельхозник). Результирующая диаграмма вариантов использования администратора показана на рисунке 35.

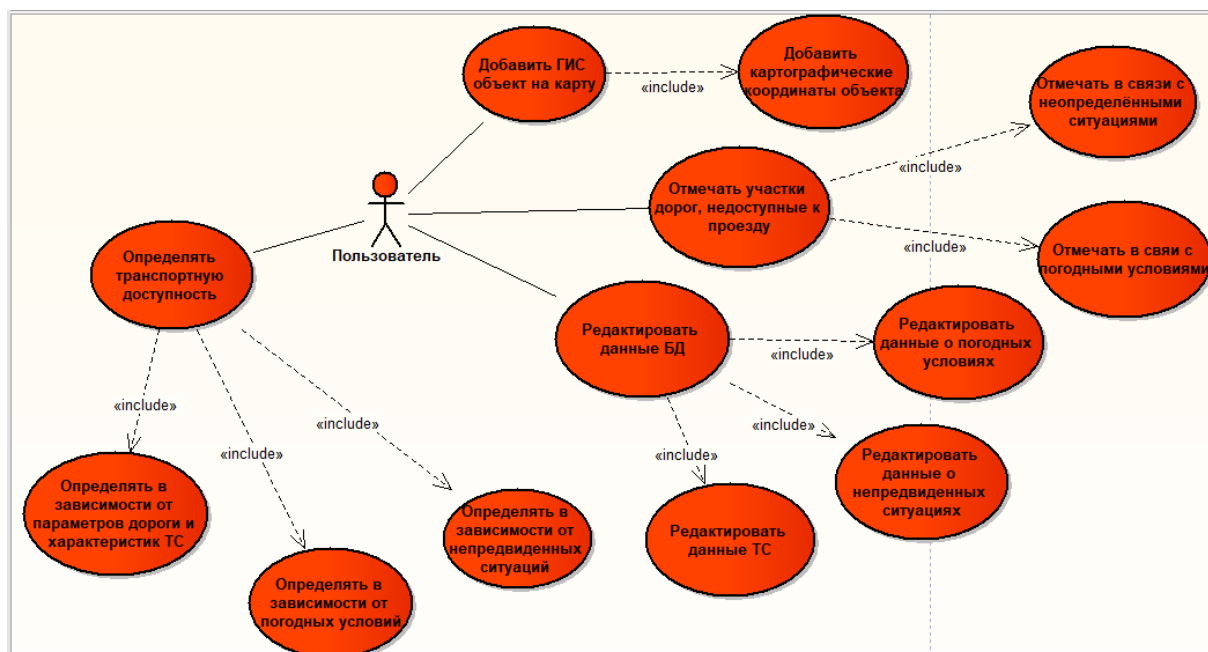


Рисунок 35 — Диаграмма вариантов использования пользователя

Основной задачей пользователя является добавление ГИС объектов на карту, с добавлением географических координат, управление информацией, хранящейся в базе данных (о погодных условиях, данных ТС, непредвиденных ситуациях). Также пользователь отмечает участки дорог, на которых нет доступа к проезду по причине непредвиденных ситуаций, и погодных условий. Пользователь может определять транспортную доступность на дорожном участке.

3. 3. 2 Диаграмма деятельности

Для детализации алгоритмической и логической реализации выполняемых системой операций в языке UML используется диаграмма деятельности. Диаграмма деятельности (activity diagram) блок-схема описания алгоритма. Точками принятия решений и переходов описывается последовательность шагов (названных с достаточной точностью видами деятельности). Такая схема достаточно удобна для отображения бизнес-

процессов или операций. Поэтому диаграммы деятельности являются неотъемлемой частью системного анализа.

Рассмотрим три основных прецедента программного модуля, где действующим лицом является пользователь.

Прецедент П1 — Добавить ГИС объект на карту (рисунок 36). Поток событий: прецедент начинается, после того, как пользователь открыл подмодуль «Добавление объектов».

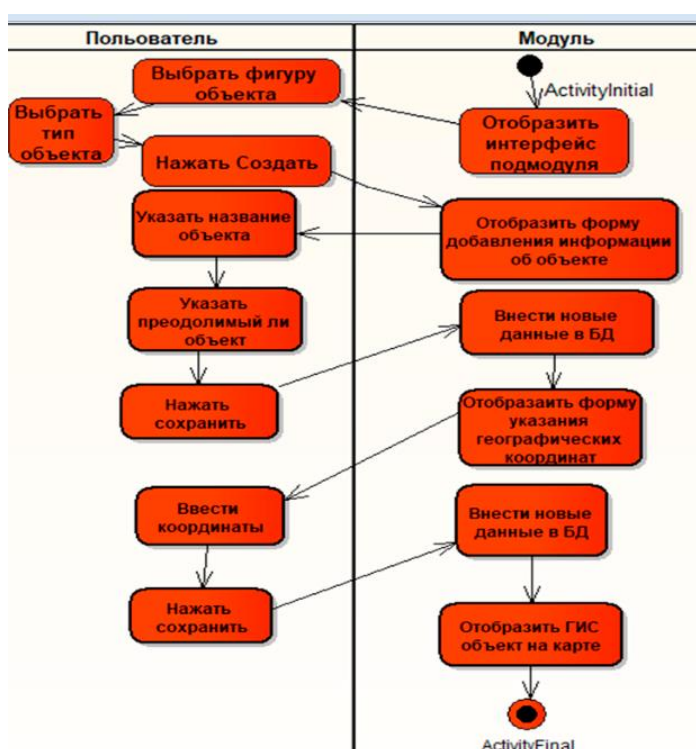


Рисунок 36 — Прецедент П1 «Добавить ГИС объект на карту»

Базовый поток — внесение информации о добавляемом объекте:

1. Система отображает интерфейс подмодуля.
2. Пользователь выбирает фигуру объекта.
3. Пользователь выбирает тип нужного объекта.
4. Пользователь нажимает «Сохранить».
5. Система отображает форму добавления информации об объекте.
6. Пользователь задаёт название объекта.
7. Пользователь задаёт преодолимость объекта.

8. Пользователь нажимает «Сохранить».
9. Система получает данные о новом объекте, сохраняет в БД.
10. Система отображает форму добавления географических координат.
11. Пользователь вводит координаты.
12. Пользователь нажимает «Сохранить».
13. Система вносит новые данные в БД.
14. Система отображает ГИС объект на карте.

Постусловие: внесенные данные пользователем сохраняются в базе данных и на главной странице модуля будут отображены добавленные объекты.

Рассмотрим прецедент П2 — отмечать участки дорог, недоступные к проезду (рисунок 37).

Поток событий: прецедент начинается после того, как пользователь выбрал объект (участок дороги).

Базовый поток — управление данными объекта по недоступности:

1. Пользователь выбирает нужный участок дороги.
2. Модуль отображает форму с информацией об этом объекте .
3. Пользователь выбирает недоступность дороги.
4. Модуль отображает форму с причиной недоступности.
5. Пользователь вводит данные (причину).
6. Пользователь нажимает «Сохранить».
7. Модуль сохраняет новые данные в БД.

Постусловие: внесенные данные пользователем сохраняются в базе данных и на форме с информацией об объекте, будут отображены добавленные данные.

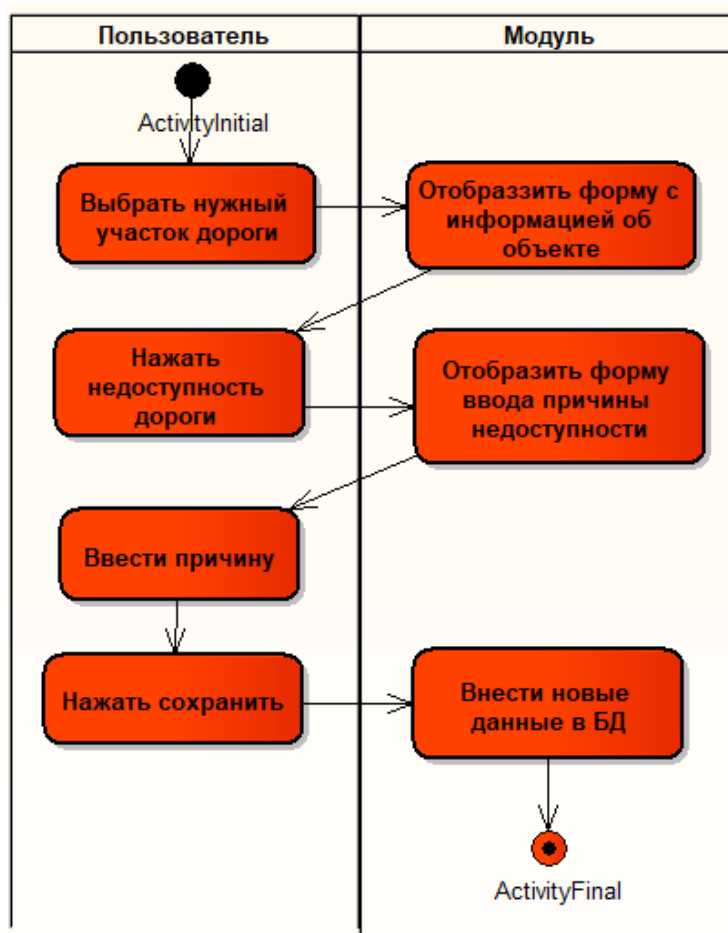


Рисунок 37 — Прецедент П2 «Отмечать участки дорог, недоступные к проезду»

Рассмотрим прецедент П3 — отмечать участки дорог, недоступные по погоде (рисунок 38).

Поток событий: прецедент начинается после того, как пользователь выбрал объект (участок дороги).

Базовый поток — управление данными объекта по погодным условиям:

1. Пользователь выбирает нужный участок дороги.
2. Модуль отображает форму с информацией об этом объекте .
3. Пользователь выбирает «доступ по погоде».
4. Модуль отображает форму с данными к доступу по погодным условиям.
5. Пользователь указывает нужный период.
6. Пользователь указывает, доступен ли участок к проезду.

7. Пользователь нажимает «Сохранить».

Постусловие: внесенные данные пользователем сохраняются в базе данных и на главной странице модуля будут отображены добавленные объекты.

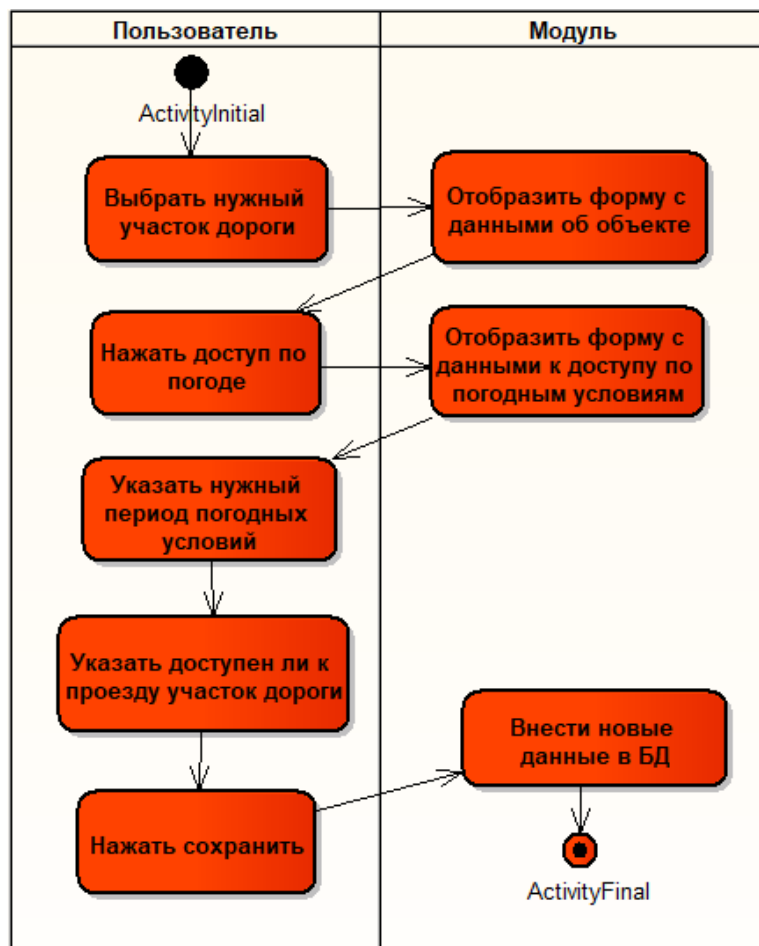


Рисунок 38 — Прецедент ПЗ «Отмечать участки дорог, недоступные по погоде»

Рассмотрим прецедент П4 — определять транспортную доступность в зависимости от погодных условий с запросом «Какие объекты недоступны к проезду в определённый период погодных условий» (рисунок 39).

Поток событий: прецедент начинается после того, как пользователь открыл подмодуль «Определять транспортную доступность».

Базовый поток — получение данных по запросу к БД:

1. Пользователь выбирает, что нужно определить в зависимости от погодных условий.
 2. Модуль отображает форму с критериями по этому запросу.
 3. Пользователь выбирает «все объекты».
 4. Пользователь выбирает нужный период погодных условий.
 5. Пользователь нажимает «Определить».
 6. Пользователь указывает нужный период.
 7. Модуль отправляет запрос к БД.
 8. Модуль отображает полученные данные от БД в виде таблицы.
- Постусловие: полученные данные пользователем не сохраняются в БД.

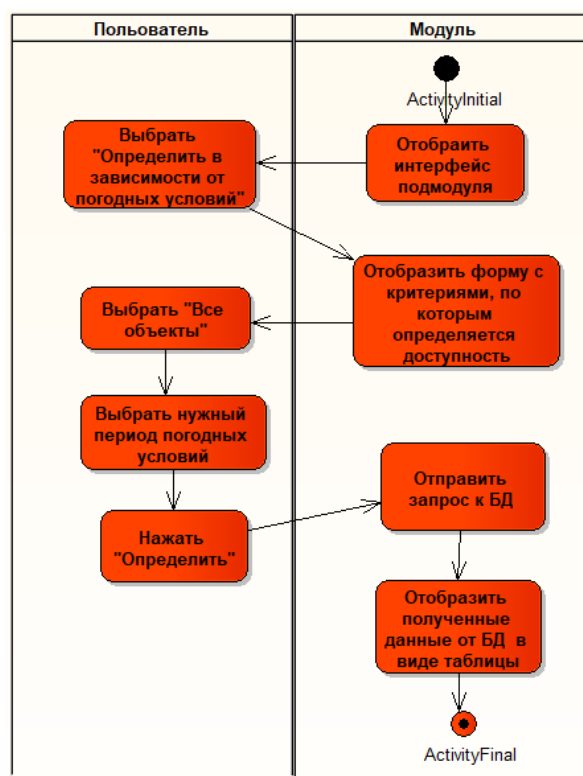


Рисунок 38 — Прецедент П4 «Определять транспортную доступность в зависимости от погодных условий»

3. 4 Выводы по главе 3

В ходе выполнения практической части бакалаврской работы было выполнено проектирование геоинформационного модуля построения дорожной сети. Отображено описание этапа проектирования, как UML-моделирование.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате бакалаврской работы были выполнены все поставленные задачи. Подробно изучена предметная область, было рассмотрено использование ГИС в сельском хозяйстве, рассмотрены картографические сервисы нанесения ГИС объектов на карты. Проведен анализ требований к разрабатываемому программному модулю. Выполнено проектирование базы данных, спроектирован геоинформационный модуль, выполнено UML — моделирование.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Черкашин А.К. Геоинформационная система управления территорией географии СО РА/ А.К. Черкашин, А.Д. Китов, И.В. Бычков и др. – Иркутск: Изд-во Ин-та Н, 2002.
2. Коротаев Н. А., Шошина К. В., Алешко Р. А. Разработка информационной системы для инвентаризации земель сельскохозяйственного назначения // Молодой ученый. — 2015. — №13.1. — С. 19-22. — URL <https://moluch.ru/archive/93/20831>.
3. Берлянт, А. М. Картоведение / А. М. Берлянт – М.: Аспект Пресс, 2012.-476 с.
4. Ковин, Р. В. Геоинформационные системы / Р.В. Ковин, Н.Г. Марков. – Томск: ТПУ, 2012. – 175 с.
5. Воробьева, А. А. Геоинформационные системы территориального управления: учебное пособие [Текст] / А. А. Воробьева. – СПб: Университет ИТМО, 2012. – 130 с.
6. Лурье, И. К. Основы геоинформационного картографирования: учеб. пособие [Текст] / И. К.Лурье. - М.: Юнити-Дана, 2011. - 143 с.
7. Кузнецов, С.Д. Базы данных: учебник для вузов [Текст] / С.Д. Кузнецов. – М.: Изд-во МГПУ, 2012. - 720 с.
8. GEOG 585: OpenWebMapping [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.eeducation.psu.edu/geog585>.
9. Руководство пользователя YandexMaps API [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://tech.yandex.ru/maps/jsapi/?from=mapsapi>.
10. Немтинов, В.А, Морозов, В.В., Манаенков, А.М. Виртуальное моделирование объектов культурно-исторического наследия с использованием ГИС-технологий [Текст]//.–Новосибирск:СГГА, 2011. – С. 709-714.
11. Руководство пользователя GoogleMaps API [Электронный ресурс]: – <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/overlays>.

12. Руководство пользователя [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://gisinfo.ru/download/doc.htm>.
13. Michael F.Goodchild. CORE CURRICULUM IN GIS [Текст]/ Michael F.Goodchild and Karen K.Kem. – California: NCGiA. 1991.
14. Кащенко, Н.А. Геоинформационные системы [Текст]: учебн. пос. для вузов / Н.А. Кащенко, Е.В. Попов, А.В. Чечин; Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т – Н.Новгород: ННГАСУ, 2012. – 130 с. ISBN 978-5-87941-863-7.
15. Официальный сайт Алтайского края [Электронный ресурс]: Режим доступа: <tps://www.altairegion22.ru/territory/agriculture/shAk>.
16. Официальный сайт Алтайского края [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://www.altairegion22.ru/territory/agriculture/agro_character.
17. Хомоненко, А. Д., Цыганков В. М., Мальцев М. Г. Базы данных: Учебник для высших учебных заведений / Под ред. проф. А. Д. Хомоненко. – Издание второе, дополненное и переработанное. – СПб.: КОРОНА принт, 2002.- 672 с.
18. Официальный сайт Минстройтранс Алтайского края [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://sgd22.ru/doroghnoe-hozyaistvo>.
19. Рамбо, Дж. UML 2.0 Объектно-ориентированное моделирование и разработка, 2-е издание : / Дж. Рамбо, М. Блаха — СПб: Питер, 2007. — 544 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Плакаты презентации

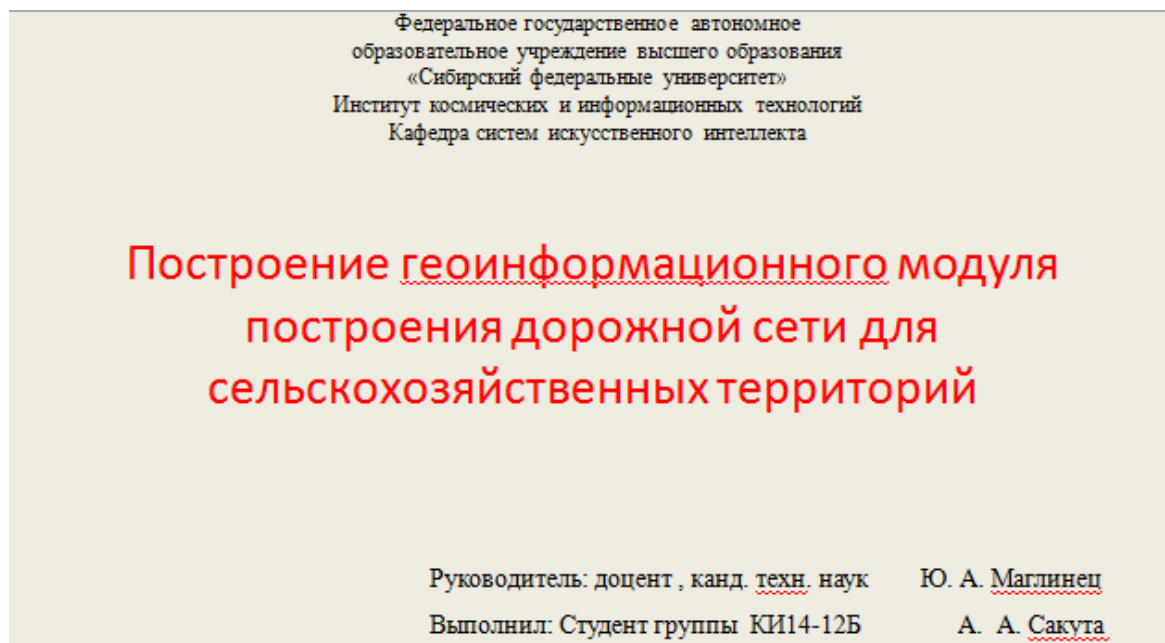


Рисунок А. 1 — Плакат презентации № 1

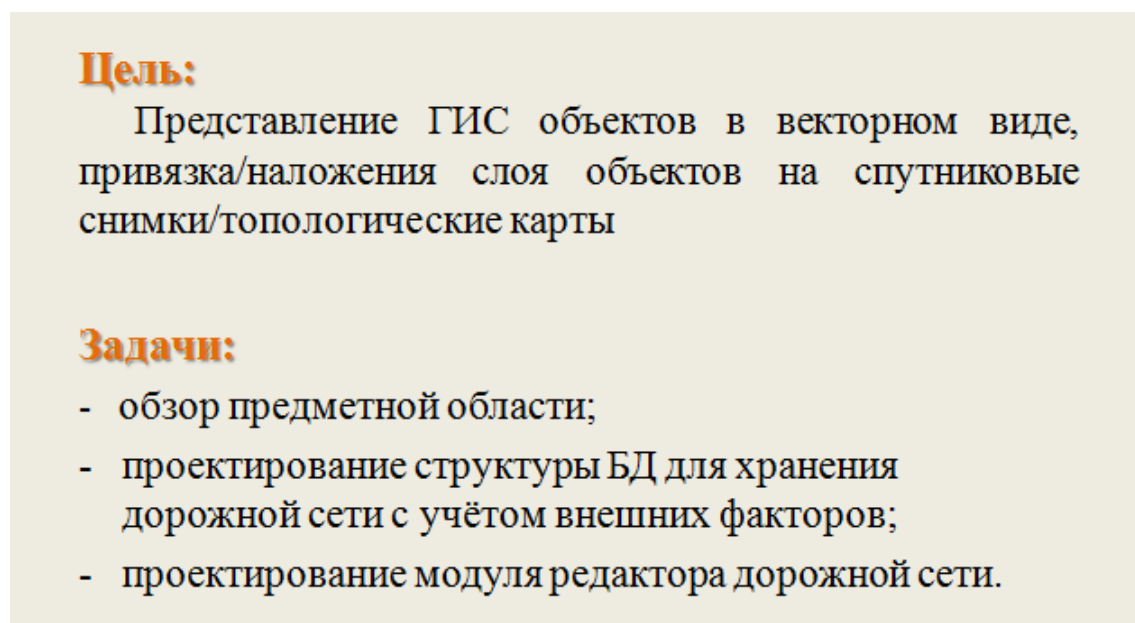


Рисунок А. 2 — Плакат презентации № 2

Актуальность

- Низкая детализация объектов дорожного хозяйства на картах небольших районов сельскохозяйственных территорий
- Каждая местность богата природными условиями, как благоприятными, так и неблагоприятными, которые в свою очередь делают невозможным проезд по дороге.
- Поля могут находиться на больших расстояниях друг от друга.
- Планирование правильного маршрута перевозок продукции существенно снизит издержки транспортных перевозок

3

Рисунок А. 3 — Плакат презентации № 3

ГИС в сельском хозяйстве

- Информационная система для инвентаризации земель сельскохозяйственного назначения.
- ГИС — Проект мониторинга использования земель

Рисунок А. 4 — Плакат презентации № 4

Картографические сервисы

- GoogleMaps API
- YandexMaps API
- 2ГИС API
- ГИС — Панорама АВТО

Рисунок А. 5 — Плакат презентации № 5

Проектирование БД



Рисунок А. 6 — Плакат презентации № 6

Запросы к БД

```

SELECT Проходимость.ID_Объект, [ГИС объект].Название, Проходимость.ID_TC,
TC.Название AS Expr1, TC.Ширина_TC, [Параметры дороги].Ширина_Полосы
FROM [ГИС объект] INNER JOIN Проходимость
ON [ГИС объект].ID_Объект = Проходимость.ID_Объект INNER JOIN TC
ON Проходимость.ID_TC = TC.ID_TC INNER JOIN [Параметры дороги]
ON [ГИС объект].ID_Объект = [Параметры дороги].ID_Объект
WHERE [Параметры дороги].Ширина_Полосы < TC.Ширина_TC

```

Результаты Сообщения

ID_Объект	Название	ID_TC	Expr1	Ширина_TC	Ширина_Полосы
11	Барнаул-Ребриха-Завьялово	2	ДОН-680	5,275	3

7

Рисунок А. 7 — Плакат презентации № 7

Запросы к БД

```

SELECT [ГИС объект].ID_Объект, [ГИС объект].Название,
[Недоступность проеда].Причина_Недоступности
FROM [Недоступность проеда] INNER JOIN [ГИС объект]
ON [Недоступность проеда].ID_Объект = [ГИС объект].ID_Объект

```

Результаты Сообщения

ID_Объект	Название	Причина_Недоступности
4	Лесная дорога №1	Упавшее дерево
7	Грунтовая №4	Провалилась дорога
10	Гравийная №3	а/м авария на дороге

8

Рисунок А. 8 — Плакат презентации № 8

Диаграмма вариантов использования

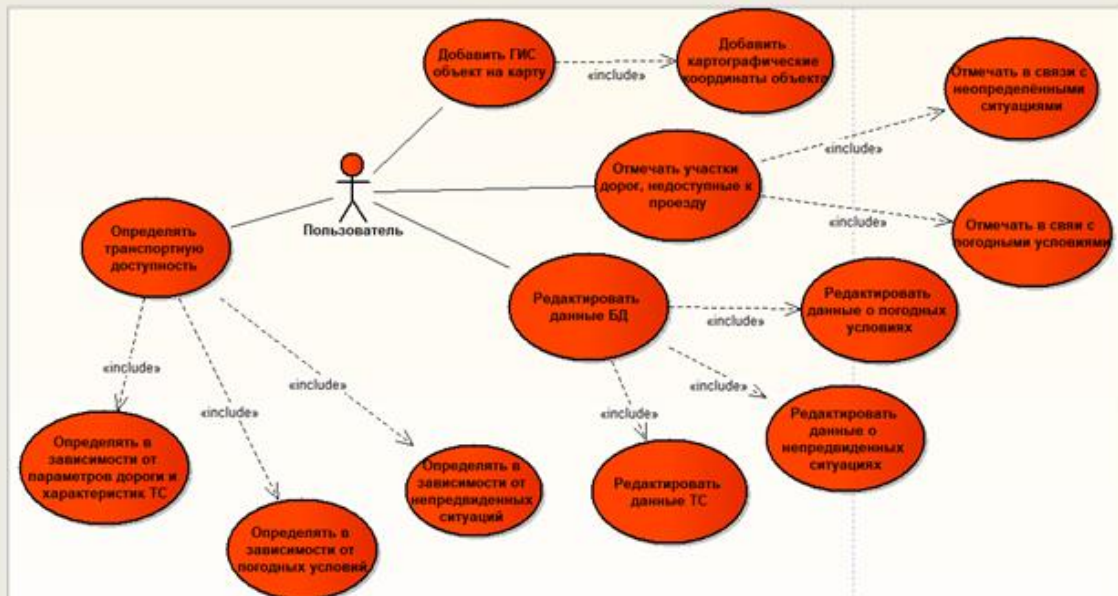
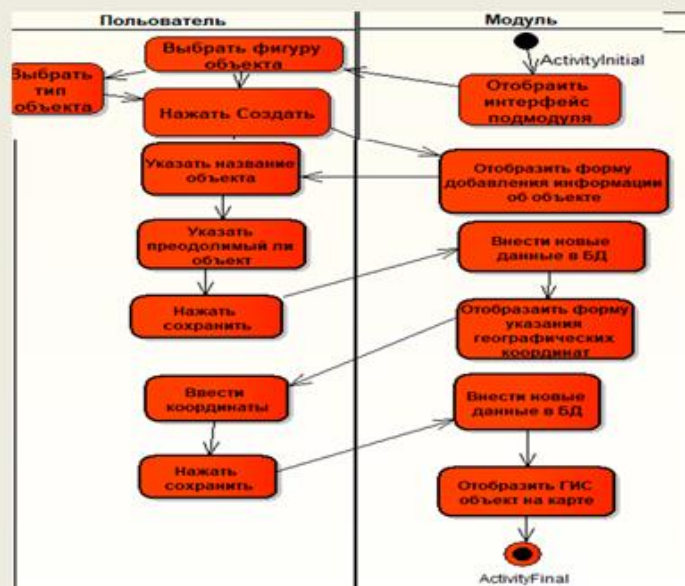


Рисунок А. 9 — Плакат презентации № 9

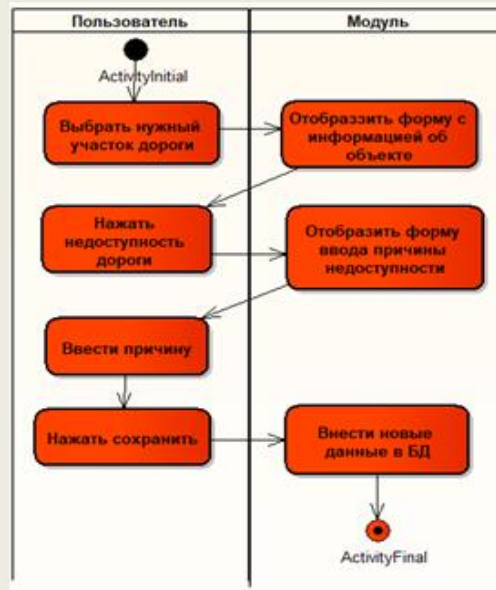
Диаграмма деятельности



10

Рисунок А. 10 — Плакат презентации № 10

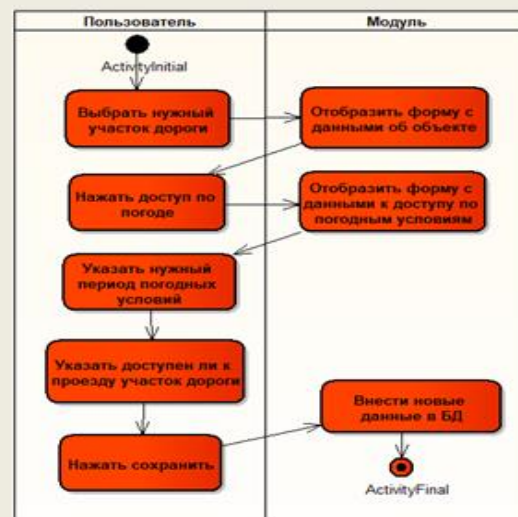
Диаграмма деятельности



11

Рисунок А. 11 — Плакат презентации № 11

Диаграмма деятельности



12

Рисунок А. 12 — Плакат презентации № 12

Итоги выполненной работы:

Подробно изучена предметная область, рассмотрено использование ГИС в сельском хозяйстве, рассмотрены картографические сервисы нанесения ГИС объектов на карты. Проведен анализ требований к разрабатываемому программному модулю. Выполнено проектирование базы данных, спроектирован геоинформационный модуль, выполнено UML-моделирование.

Рисунок А. 13 — Плакат презентации № 13

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Отчёт «Антиплагиат»

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский федеральный университет»

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА

660049, Красноярск, пр. Свободный ,79/10, тел.(3912) 2-912-820, факс (3912) 2-912-773
E-mail: bik@sfu-kras.ru

ОТЧЕТ о результатах проверки в системе «АНТИПЛАГИАТ»

Автор: Сакута Анна Андреевна

Заглавие: Построение геоинформационного модуля построения дорожной сети для сельскохозяйственных территорий

Вид документа: Выпускная квалификационная работа бакалавра

По результатам проверки оригинальный текст составляет 70%

Рисунок Б. 1 — Отчёт «Антиплагиат»